

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E CONFIABILIDADE DE SCANNERS DIGITAIS NA DETEÇÃO E DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE CONTACTO EM INTERCUSPIDAÇÃO MÁXIMA

Trabalho submetido por
Marta Sofia Russo Martins Da Silva
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

outubro de 2024

INSTITUTO UNIVERSITÁRIO EGAS MONIZ

MESTRADO INTEGRADO EM MEDICINA DENTÁRIA

AVALIAÇÃO DA PRECISÃO E CONFIABILIDADE DE SCANNERS DIGITAIS NA DETEÇÃO E DETERMINAÇÃO DOS PONTOS DE CONTACTO EM INTERCUSPIDAÇÃO MÁXIMA

Trabalho submetido por
Marta Sofia Russo Martins Da Silva
para a obtenção do grau de Mestre em Medicina Dentária

Trabalho orientado por
Prof. Doutor Pedro Mariano Pereira
e coorientado por
Prof^a. Doutora Catarina Félix

outubro de 2024

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Doutor Pedro Mariano Pereira e coorientadora Prof^a. Doutora Catarina Félix por todo o apoio, disponibilidade e dedicação durante a elaboração desta investigação e pela contribuição com o seu rigor científico e exigência.

Ao Prof. Doutor João Rua pela sua dedicação, ensinamentos, tempo e paciência.

Ao Laboratório de prótese e à Joana Oliveira por toda a ajuda e disponibilidade.

Ao Prof. Doutor Luís Proença, pelo auxílio no tratamento estatístico deste estudo.

A todos os meus colegas que participaram nesta investigação, pela vossa disponibilidade e interesse.

Agradecer à Klockner®, nomeadamente à Cristina Fitas e Sofia Santos por terem cedido o T-scan III para a realização desta investigação.

Às minhas amigas Lara, Carolina, Catarina, Maria, Marta, Mafalda, Margarida, Sara obrigada por terem sempre uma palavra amiga e de motivação, por me fazerem acreditar que tudo é possível.

Aos meus pais, Edite e Pedro que com a vossa dedicação, força, amor e união me fizeram chegar aqui. Que me ensinaram a nunca desistir dos meus sonhos e a lutar sempre pelas minhas conquistas. É um privilégio ser vossa filha e poder fazer parte da vossa vida. São os melhores pais do mundo! Ao meu irmão Gonçalo, agradeço por toda a sua ajuda, paciência e pelas suas palavras de apoio.

À minha querida avó Celeste que tem um amor infinito pelos outros e à minha corajosa avó Sara, obrigada por todo o apoio e motivação.

Ao Yugo, obrigada pelo teu amor e apoio, por me acalmares nos momentos mais difíceis e não me deixares desistir. Preenches os meus dias com cor.

Ao meu gatinho Aslan, parte de mim e que ilumina os meus dias. O meu confidente, melhor amigo, companheiro de estudo e que me motiva todos os dias a ser uma pessoa melhor.

RESUMO

Objetivo: Avaliar clinicamente a precisão e a confiabilidade de diferentes *scanners* digitais intraorais na capacidade de detecção e determinação dos contactos oclusais máximos em intercuspidação máxima.

Materiais e Métodos: Foram utilizados três *scanners* distintos para realizar a digitalização da relação intermaxilar em intercuspidação máxima, de uma amostra de dez alunos do Mestrado Integrado em Medicina Dentária (MIMD) da Egas Moniz School of Health and Science. No registo oclusal obtido foi realizada a contagem do número de pontos de contacto após calibração da escala para distâncias inferiores a 100 µm e a área dos pontos de contacto máximos foi calculada utilizando o *software Netfabb®*, por meio da interseção booleana dos modelos digitalizados. Na análise estatística calculou-se o Coeficiente de Correlação Intraclasse e o Coeficiente de Correlação de Spearman, adotando um nível de significância de 5% ($p \leq 0.05$).

Resultados: Na contagem do número de pontos de contacto em intercuspidação máxima, registou-se o maior nível de correlação entre o TRIOS® e o iTero™, sendo este um valor de correlação moderado ($r=0.694$, $p=0.026$). Na detecção da área desses pontos, o único valor significativo de correlação obtido foi entre o TRIOS® e o iTero™ ($r=0.721$, $p=0.019$). O *scanner* em que se detetou o maior nível de correlação entre as áreas e o número de pontos de contacto, foi no CEREC®, com um Coeficiente de Correlação de Spearman ($r=0.709$ e $p=0.022$) moderado a elevado e significativo.

Conclusões: Apesar de existir alguma similaridade na identificação dos pontos de contacto entre alguns dos *scanners* avaliados, existe alguma variabilidade e subjetividade na interpretação desses resultados, evidenciando a necessidade de investigar os fatores que causam estas discrepâncias e desenvolver protocolos padronizados que aumentem a sua confiabilidade.

Palavras-chave: Fluxo digital, *Scanner* intraoral, Contactos oclusais, Intercuspidação máxima.

ABSTRACT

Aim: To clinically assess the accuracy and reliability of different digital intraoral *scanners* in their ability to detect and determine maximum occlusal contacts in maximum intercuspation.

Materials and Methods: Three different *scanners* were used to digitalise the intermaxillary relationship in maximum intercuspation of a sample of ten students from the Integrated Master's Degree in Dental Medicine (MIMD) at the Egas Moniz School of Health and Science. The number of contact points was counted on the occlusal record obtained after calibrating the scale for distances of less than 100 μm and the area of the maximum contact points was calculated using the Netfabb® *software* by means of boolean intersection of the digitalised models. In the statistical analysis, the Intraclass Correlation Coefficient and Spearman's Correlation Coefficient were calculated, adopting a significance level of 5% ($p \leq 0.05$).

Results: When counting the number of contact points at maximum intercuspation, the highest level of correlation was found between TRIOS® and iTero™, which is a moderate value of correlation ($r=0.694$, $p=0.026$). In the detection of the area of these points, the only significant correlation value obtained was between TRIOS® and iTero™ ($r=0.721$, $p=0.019$). The scanner with the highest level of correlation between the areas and the number of contact points was found in CEREC®, with a moderate to high and significant Spearman Correlation Coefficient ($r=0.709$ and $p=0.022$).

Conclusions: Although there is some similarity in the identification of contact points between some of the scanners evaluated, there is some variability and subjectivity in the interpretation of these results, highlighting the need to investigate the factors that cause these discrepancies and to develop standardised protocols that increase their reliability.

Keywords: Digital flow, Intraoral *scanner*, Occlusal contacts, Maximum intercuspation.

ÍNDICE GERAL

I.	INTRODUÇÃO	13
1.1.	Contextualização e justificação do trabalho.....	13
1.2.	Objetivos	13
1.3.	Revisão Bibliográfica.....	14
1.3.1.	Oclusão.....	14
1.3.2.	História da oclusão.....	15
1.3.3.	Impressões Convencionais em Medicina Dentária.....	17
1.3.4.	Evolução das Impressões em Medicina Dentária	21
1.3.5.	Fluxo digital e sistemas CAD/CAM.....	22
II.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	41
2.1.	Métodos de pesquisa bibliográfica.....	41
2.2.	Considerações e questões éticas.....	41
2.3.	Tipo de estudo.....	42
2.4.	Local de estudo	42
2.5.	Amostra	42
2.6.	Metodologia da investigação	44
2.6.1	Preparação da amostra para digitalização	44
2.6.2	Fase de Digitalização	45
2.6.3	Obtenção do registo oclusal nos <i>scanners</i> intraorais.....	46
2.6.4	Obtenção do registo oclusal pelo T-Scan™.....	47
2.6.5	Desinfecção dos instrumentos.....	48
2.6.6	Eliminação de artefactos e interferências dos modelos digitais	48
2.6.7	Obtenção do número de contactos oclusais máximos em PIM nos <i>scanners</i> intraorais	49
2.6.8	Obtenção do número de contactos oclusais através do papel de articulação	50

2.6.9	Obtenção da área dos pontos de contacto máximos em PIM.....	52
2.6.10	Calibração dos valores das áreas medidas pelos <i>scanners</i>	54
2.6.11	Determinação do Erro Intra examinador.....	55
2.7.	Questões da investigação.....	55
2.8.	Metodologia estatística.....	56
III.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	57
3.1.	Resultados.....	57
3.2.	Discussão.....	62
3.2.1.	Escolha da investigação.....	62
3.2.2.	Escolha do método de investigação.....	63
3.2.3.	Discussão dos resultados.....	69
3.2.4.	Limitações do estudo.....	72
3.2.5.	Recomendações para futuras investigações.....	73
IV.	CONCLUSÃO.....	75
V.	BIBLIOGRAFIA.....	77
VI.	ANEXOS.....	91
Anexo I-	Parecer da Comissão de Ética da Egas Moniz School of Health & Science	
91		
Anexo II-	Consentimento Informado.....	92

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Papel de articulação em forma de ferradura com espessura de 80 µm. Adaptado de: https://www.dentaleader.com	20
Figura 2-Componentes de um sistema CAD/CAM: <i>scanner</i> ótico digital (1), unidade CAD (2) e unidade de fresagem CAM (3). Adaptado de https://www.dentsplysirona.com/pt-br/descubra/descobrir-por-categoria/cad-cam/cerec.html	23
Figura 3-Malha triangular digital constituída por minúsculos pontos (STL).....	26
Figura 4- <i>Scanner</i> intraoral. Adaptado de: https://assets.dentsplysirona.com/flagship/pt-br/explore/cerec/ARTECCO0221%20-%20Catalogo%20Digital%20Impression%20-%20Rev00.pdf	26
Figura 5-Unidade CAD e <i>scanner</i> ótico intraoral CEREC Primescan® AC. Adaptado de: https://www.dentsplysirona.com/pt-br/descubra/descobrir-por-categoria/cad-cam/cerec.html	30
Figura 6- <i>Scanner</i> 3shape® TRIOS pod geração 5. Adaptado de: https://dentalexpress.pt/scanner-trios-5-pod-com-laptop-dell-precision-3shape	31
Figura 7- <i>Scanner</i> intraoral iTero™. Adaptado de: https://www.itero.com/en-gb	32
Figura 8-Registo intermaxilar através de um <i>scanner</i> intraoral	33
Figura 9- T-scan™ Novus™ Handpiece. Adaptado de: https://www.tekscan.com/products-solutions/systems/t-scan-novus	35
Figura 10-Técnica de digitalização adotada. Adaptado de: https://storage-itero-production-us.s3.amazonaws.com/download/user_manuals/iTero-Element-5D-User-Manual-Portuguese.pdf	46
Figura 11-Registo oclusal obtido através do <i>scanner</i> iTero™	46
Figura 12- Gráfico <i>Forceview</i> 2D e 3D obtido no <i>software</i> do T-scan™	48
Figura 13-Área não relevante a ser eliminada no <i>software</i> Meshmixer®	49

Figura 14-Modelo sem interferências no <i>software</i> Meshmixer®.....	49
Figura 15-Seleção do intervalo de 0mm-0,1mm (<100µm na escala), sendo apenas visualizados os pontos de contacto dentro dessa distância no <i>software</i> Zirkonzahn.Modellier™.....	50
Figura 16-Contactos oclusais detetados pelo papel de articulação.....	52
Figura 17-Modelo digital em relação intermaxilar no <i>software</i> Blender®	53
Figura 18-Interseção booleana das arcadas no <i>software</i> Blender®	53
Figura 19-Obtenção dos pontos de contacto máximo em PIM no <i>software</i> Blender® ..	53
Figura 20-Cálculo da área dos pontos de máximo contacto em PIM no <i>software</i> Netfabb®	54
Figura 21-Craveira digital	54

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1-Resumo das características tecnológicas dos <i>scanners</i> intra-orais (adaptado de Kamble et al., 2020; Logozzo et al., 2011).	28
Tabela 2-Critérios de inclusão e de exclusão da amostra adotados.....	43
Tabela 3-Determinação do erro intra-examinador através do Coeficiente de Correlação Intraclasse (* $p<0.05$).....	57
Tabela 4-Valores que demonstram a correlação da consistência ou reprodutibilidade da primeira contagem entre os diferentes IOS através do Coeficiente de Correlação Intraclasse. (* $p<0.05$).....	58
Tabela 5-Correlação dos IOS entre si e com o modelo de referência (de gesso) na medição mesio-distal do dente 11 através do Coeficiente de Correlação de Spearman. Os valores do modelo de gesso foram utilizados para a calibração dos valores das áreas obtidos nos IOS. (* $p<0.05$).....	59
Tabela 6-Correlação entre os IOS na detecção do número de pontos de contacto (<100 μ m) em posição de intercuspidação máxima (PIM) na primeira contagem recorrendo ao Coeficiente de Correlação de Spearman. (* $p<0.05$).....	60
Tabela 7-Correlação dos IOS entre si no que diz respeito à detecção das áreas dos pontos de contacto máximos em PIM através do Coeficiente de Correlação de Spearman. (* $p<0.05$).	61
Tabela 8-Correlação entre as áreas e o número de pontos de contacto nos diferentes IOS (utilizando apenas os valores da primeira medição do número de pontos de contacto) através do Coeficiente de Correlação de Spearman. (* $p<0.05$).	61

LISTA DE ABREVIATURAS

2D- Bidimensional

3D- Tridimensional

ATM- Articulação Temporo-Mandibular

CAD- *Computer-Aided Design* (Desenho auxiliado por computador)

CAM- *Computer-Aided Manufacturing* (Fabrico Assistido por Computador)

DTM- Disfunção temporo-mandibular

H0: Hipótese nula

H1: Hipótese alternativa

ICC-Coeficiente de Correlação Intraclasse

IOS- *Scanner* intraoral

LED- *Light Emitting Diodes* (Emissor de Luz Díodo)

mm - Milímetros

p - Significância

PIM- Posição de Intercuspidação Máxima

PLY- *Polygon File Format* (Formato de Ficheiro poligonal)

SPSS- *Statistical Package for the Social Sciences*

STL- Estereolitografia (*Standard Triangle/Tesselation Language*)

µm – Micrómetros

I. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização e justificação do trabalho

Nos últimos anos, o avanço da tecnologia digital tem transformado profundamente diversas áreas da saúde, incluindo a Medicina Dentária. A crescente integração de *scanners* digitais na prática clínica reflete uma evolução contínua em direção à melhoria do diagnóstico, plano de tratamento e execução deste, oferecendo benefícios significativos tanto para os profissionais de saúde quanto para os pacientes (Ahmed et al., 2024).

O registo oclusal correto e preciso é essencial para garantir uma avaliação adequada da oclusão do paciente. A quantidade de contactos oclusais e a distribuição equitativa da força de mordida durante a intercuspidação máxima são determinantes de uma boa oclusão funcional. Sendo que, a correta avaliação dos registos é determinante para a deteção de disfunções, como o desgaste dentário e patologias associadas à articulação temporomandibular (ATM) (Dzingutê et al., 2017).

Este progresso tecnológico também se estende à avaliação dos contactos oclusais, área na qual tradicionalmente se utiliza o papel de articulação como método de referência. Contudo, os *scanners* digitais emergem como uma alternativa promissora, apesar dos desafios relacionados ao investimento financeiro e à curva de aprendizagem necessária para a sua utilização de forma correta e eficiente (Ender & Mehl, 2013).

Dada a importância de um correto registo oclusal para o sucesso de tratamentos dentários e a crescente utilização de sistemas digitais, torna-se pertinente uma análise crítica sobre a aplicabilidade, benefícios e limitações dos *scanners* digitais. A precisão e confiabilidade dos *scanners* digitais na deteção dos pontos de contacto durante a posição de intercuspidação máxima (PIM) precisa de ser estudada, para que a sua utilização possa ser amplamente introduzida na prática clínica.

1.2. Objetivos

O presente estudo tem como objetivo principal analisar a precisão e a confiabilidade de diferentes *scanners* digitais intraorais (IOS) na deteção e determinação dos contactos oclusais em PIM. Através desta análise, pretende-se avaliar a possível viabilidade da

substituição dos métodos tradicionais de detecção de contactos oclusais, como o papel de articulação, por tecnologias digitais.

Do objetivo principal decorre o seguinte objetivo específico: comparar e correlacionar a precisão dos *scanners* digitais intraorais, nomeadamente do iTero¹ Element™ Plus, CEREC² Primescan® AC, Planmeca Emerald™ S³ e TRIOS⁴ 5® na detecção do número e das áreas correspondentes aos contactos oclusais máximos em PIM.

1.3. Revisão Bibliográfica

O sistema estomatognático é a unidade funcional do corpo humano que se encarrega pelas funções de mastigação, fonação, respiração e deglutição. Este sistema é constituído por diversas estruturas anatómicas inter-relacionadas, tais como, articulações, ligamentos, ossos, dentes e músculos, sendo o sistema neurológico responsável pela sua coordenação. Assim, algumas das estruturas principais são: a maxila e a mandíbula, que se articulam através da ATM, sendo esta bilateral, localizada entre o côndilo da mandíbula e a fossa articular, que se situam na face inferior da parte escamosa do osso temporal (Dalley et al., 2023).

A ATM possibilita assim a realização de movimentos de abertura, fecho, protrusão, retrusão e lateralidade. Os movimentos da mandíbula são controlados pelos músculos da mastigação (masséter, temporal, pterigóideo medial e lateral), enquanto os músculos faciais (como o orbicular da boca) auxiliam em funções como a fonação e mastigação (Dalley et al., 2023). Sendo que, a compreensão dos componentes anatómicos e da biomecânica deste sistema é crucial para o estudo da oclusão (Okeson, 2019).

1.3.1. Oclusão

A oclusão está relacionada com o estudo das relações estáticas e dinâmicas entre as superfícies oclusais dos dentes, os constituintes do aparelho estomatognático e o sistema neuromuscular. O controlo muscular e a posição mandibular são influenciados pelo

¹ Align Technology, San Jose, CA, EUA

² Dentsply Sirona, Charlotte, NC, EUA

³ Planmeca, Helsínquia, Finlândia

⁴ 3shape, Copenhaga, Dinamarca

padrão dos contactos oclusais. A posição da mandíbula em repouso pode ser afetada pela postura da cabeça. Quando a cabeça está em posição ortostática, os contactos dentários posteriores devem ser mais fortes que os anteriores, caracterizando uma oclusão mutuamente protegida. Se essa condição não se verificar, os contactos mais fortes podem levar ao trauma dos dentes anteriores (Okeson, 2019).

A oclusão considerada “ideal” é a que garante o equilíbrio funcional e estético e que protege o funcionamento e integridade das estruturas constituintes do sistema estomatognático. Para que seja considerada ideal, os contactos dos dentes posteriores devem ser uniformes e simultâneos durante o encerramento e cada dente deve contactar com o seu oponente, sendo que as forças geradas devem ser direcionadas ao longo do eixo do dente. A arcada maxilar e mandibular devem ser proporcionais em tamanho e os dentes devem estar posicionados corretamente em relação aos três planos espaciais. Para além disso, em intercuspidação máxima, a mandíbula deve estar em relação cêntrica (com os côndilos simetricamente posicionados na sua localização mais anterior e superior) e nos movimentos de lateralidade da mandíbula deve ocorrer desocclusão dos dentes posteriores, com os caninos responsáveis por guiar o movimento (Jaschouz et al., 2014; *The Glossary of Prosthodontic Terms* et al., 2017).

A PIM é a relação intermaxilar em que se verifica a presença de maior número de contactos entre a arcada superior e inferior. Assim, o número de contactos oclusais e a distribuição uniforme da força de mordida durante a intercuspidação máxima são determinantes na obtenção de uma oclusão devidamente funcional e de dimensão vertical adequada (Korioth et al., 1990).

Embora se pense que as características de uma oclusão dita “ideal” garantam um equilíbrio do sistema estomatognático, é importante referir que, em alguns casos, é possível atingir um estado de equilíbrio funcional, mesmo que nem todos os critérios teóricos se verifiquem. Sendo este um tipo de oclusão fisiológica ou adaptada (Türp et al., 2008).

1.3.2. História da oclusão

A história do estudo da oclusão na medicina dentária começou no século XIX, com o desenvolvimento dos primeiros conceitos de oclusão funcional e estética. Pioneiros como Carabelli e Edward H. Angle estabeleceram as bases para a ortodontia moderna ao

classificar a oclusão com base na posição e intercuspidação dos dentes, enfatizando a importância da relação entre dentes e arcadas (Hussain et al., 2014). Os primeiros avanços incluíram o desenvolvimento de técnicas de impressão por Phillip Pfaff, que em 1756 descreveu o uso de cera e gesso para impressões, e de Jean Gariot, que criou um método para montagem dos modelos em PIM. Com o tempo, novos articuladores mecânicos, como os desenvolvidos por Evans e Bonwill, começaram a simular os movimentos mastigatórios, tendo ainda Snow introduzido o arco facial para melhorar a reprodução da posição espacial das arcadas (Huggett et al., 1977).

A partir do século XX, houve avanços significativos com a introdução de técnicas que registavam a trajetória condilar, como as de McCollum, que permitiram uma simulação mais fiel dos movimentos mandibulares complexos (Tiwari et al., 2014). Este desenvolvimento levou ao aprimoramento dos articuladores, que passaram a ser classificados em não-ajustáveis, semi-ajustáveis e totalmente ajustáveis, de acordo com a complexidade e funcionalidade (Rihani, 1980). Além disso, a análise da relação intermaxilar e oclusal ganhou destaque devido à sua importância para a estabilidade e eficácia mastigatória. A determinação precisa da PIM é essencial para evitar problemas como oclusões traumáticas, fraturas e desconforto, além de prevenir condições mais graves, como recessões gengivais e mobilidade dentária (Abdulateef et al., 2020)

Os métodos utilizados para estudar a distribuição dos pontos de contacto em PIM podem classificar-se em: qualitativos e quantitativos. Os métodos qualitativos consistem numa avaliação subjetiva realizada pelo operador, enquanto os métodos quantitativos resultam de dispositivos de medição fidedignos que avaliam a relação entre os contactos, tendo sido desenvolvidos com o objetivo de reduzir a imprecisão associada aos métodos convencionais (Qadeer, et al., 2012).

Obter um registo rigoroso e fiel permite evitar eventuais repercussões negativas e desempenha um papel fundamental em inúmeras áreas da Medicina Dentária, quer no diagnóstico, quer no tratamento. Em Dentisteria e Reabilitação Oral, por exemplo, permite evitar oclusões traumáticas, reações inflamatórias associadas à polpa, fraturas, prematuridades/interferências que causem dor ou desconforto ao paciente e evitar ainda a repetição de procedimentos. No caso de Periodontologia, uma oclusão patológica pode levar a recessões gengivais que conseqüentemente podem provocar reabsorções ósseas e

mobilidade dentária (Abdulateef et al., 2020). Assim, o estudo da relação intermaxilar e oclusal assume um papel importante na Medicina Dentária.

1.3.3. Impressões Convencionais em Medicina Dentária

Uma impressão dentária é definida como um método usado para criar uma réplica negativa das estruturas da cavidade oral, permitindo criar um modelo “positivo”, normalmente em gesso, sendo este essencial para realizar o diagnóstico e plano de tratamento (Powers et al., 2006).

O sucesso de uma impressão dentária depende de fatores intrínsecos e extrínsecos. Entre os fatores intrínsecos, destacam-se o tipo de material utilizado, as suas propriedades (como estabilidade dimensional e precisão) e a compatibilidade com outros materiais usados para a criação de modelos de estudo. A impressão deve reproduzir fielmente a anatomia oral (Yuzbasioglu et al., 2014). Os fatores extrínsecos, como a manipulação correta dos materiais, técnicas de impressão adequadas e o cumprimento dos tempos de presa, são essenciais para garantir a qualidade da impressão e a sua integridade. A precisão na execução do protocolo e na técnica de vazamento desempenha um papel fundamental na obtenção de resultados precisos e na longevidade do modelo final (Hamalian et al., 2011).

A técnica de fluxo de trabalho tradicional, apesar de ser a técnica mais utilizada e permitir atingir excelentes resultados, acarreta alguns cuidados a ter e desvantagens para o Médico Dentista e para o paciente. Alguns destes, segundo Janeva et al., (2018) e Siqueira et al., (2021) são:

- Os materiais utilizados na impressão convencional devem cumprir critérios rigorosos para evitar alterações dimensionais causadas por variações de temperatura e humidade. Devem ser fáceis de manusear e apresentar uma elevada resistência;
- A técnica de impressão deve ser executada com precisão pelo profissional, uma vez que é suscetível a erros como tensões durante a remoção da impressão, formação de bolhas, textura irregular do material e insuficiente tempo de presa;
- A necessidade de desinfeção, devido à presença de fluídos biológicos que aumentam o risco de contaminação quer no transporte como no armazenamento das impressões;

- Gera algum desconforto para o paciente, especialmente para os que sofrem de ansiedade ou têm reflexo gastroesofágico exacerbado.

1.3.3.1. Tipos de materiais e técnicas utilizadas nas impressões convencionais

Os materiais de impressão podem ser divididos em dois grupos principais. O primeiro grupo inclui os hidrocolóides irreversíveis, como o agar-agar e o alginato, sendo este último amplamente utilizado em Medicina Dentária devido à sua boa relação qualidade-preço. O segundo grupo é constituído pelos elastómeros, que englobam os polissulfetos, silicones de condensação, silicones de adição e poliéteres (Chen, Liang, & Chen, 2004).

Os materiais para impressões convencionais são escolhidos com base nas suas propriedades físicas, como estabilidade dimensional, facilidade de manuseio e compatibilidade biológica. Os principais materiais utilizados são:

- Alginato: Muito utilizado em impressões preliminares devido à sua fácil utilização e baixo custo. Porém, tem uma baixa estabilidade dimensional (Faria et al., 2008);
- Polissulfetos: Oferecem boa elasticidade e precisão, contudo possuem um odor forte e podem ser difíceis de manusear (Faria et al., 2008);
- Poliéter: Conhecido pela sua estabilidade dimensional e reprodução de detalhes, embora mais caro e rígido, podendo causar desconforto (Hamalian et al., 2011);
- Silicones de Condensação: Precisos e flexíveis, porém a estabilidade dimensional é afetada pela libertação de subprodutos na polimerização (Hamalian et al., 2011);
- Silicones de Adição: São os mais precisos e estáveis, tornando-os ideais para impressões de próteses fixas e implantes (Aguilar et al., 2010).

As técnicas de impressão variam dependendo do material e da aplicação clínica. As técnicas mais comuns são: técnica de impressão única ou monofásica; técnica de dupla mistura, técnica de rebasamento e técnica de compressão (Stober et al., 2010).

1.3.3.2. Técnicas Convencionais de Registo Oclusal

Atualmente, existe uma variedade de materiais que podem ser utilizados para realizar o registo oclusal de forma convencional. Certas características específicas do material permitem obter uma relação intermaxilar mais próxima à real. Os materiais

devem ter pouca resistência antes de tomarem presa e após esta, devem tornar-se mais rígidos e resilientes, sem sofrerem variações dimensionais. A sua manipulação deve ser fácil, acessível e compatível com os tecidos, reproduzindo as estruturas com exatidão (Prasad et al., 2012)

As técnicas convencionais de registo oclusal envolvem frequentemente a utilização de materiais como cera de mordida, silicones e poliéteres para capturar a posição relativa dos arcos dentários (Shillingburg et al., 2012). Estes materiais são aplicados diretamente na boca do paciente para registar a posição oclusal e depois transferidos para modelos de gesso. Estes modelos são montados num articulador, um dispositivo mecânico que simula os movimentos da ATM, facilitando a reprodução dos movimentos mandibulares e ajudando no ajuste preciso da oclusão (McCabe et al., 2013).

Os registos em cera de mordida são uma das opções mais tradicionais para capturar a relação intermaxilar. No entanto, a cera tende a deformar-se com o calor e oferece resistência ao movimento de encerramento, reduzindo a sua precisão e reprodução oclusal fidedigna (Millstein et al., 1971).

A ATM tem um papel fundamental na dinâmica oclusal e controla os movimentos mandibulares durante a mastigação e outras funções orais, sendo que a sua posição afeta diretamente a precisão do registo oclusal (Okeson, 2019). Em muitos casos, uma articulação disfuncional ou desequilibrada pode resultar em erros no registo intermaxilar, o que pode, subsequentemente, comprometer o ajuste de próteses ou dispositivos ortodônticos, por exemplo.

Os articuladores mecânicos são usados para simular os movimentos da ATM durante o processo de ajuste da oclusão. Existem diferentes tipos de articuladores: desde simples até semi-ajustáveis e totalmente ajustáveis, que permitem uma reprodução mais precisa dos movimentos mandibulares. A escolha do articulador depende da complexidade do caso clínico (Shillingburg et al., 2012).

O estudo de Koc et al., (2010) destaca a importância de considerar o papel de articulação (Figura 1) no momento do registo oclusal, especialmente em casos de disfunção temporomandibular (DTM). Nestes casos, a posição da mandíbula pode não ser estável, o que afeta o registo oclusal. Utilizar um articulador ajustável, juntamente com o exame clínico cuidadoso da ATM, pode ajudar a evitar erros.



Figura 1- Papel de articulação em forma de ferradura com espessura de 80 µm. Adaptado de:
<https://www.dentaleader.com>

1.3.3.3. Vantagens e limitações das técnicas convencionais no registo oclusal

As técnicas convencionais para o registo oclusal oferecem várias vantagens, entre as quais se destacam a simplicidade na execução, o custo reduzido e a ausência de necessidade de equipamento avançado (McCabe et al., 2013). Contudo, a precisão destas técnicas pode ser afetada pela forma inadequada de manusear os materiais de registo, o tempo de polimerização e a competência técnica do profissional (Garner et al., 1973).

As impressões feitas com cera são amplamente utilizadas, mas apresentam desafios em termos de estabilidade dimensional, devido ao calor corporal ou a pressões excessivas, resultando em registos imprecisos. Além disso, este material é particularmente suscetível a falhas em pacientes com força de mordida elevada, conforme relatado por Palinkas et al., (2010).

Embora ainda não tenha sido definido um *gold standard* no registo oclusal, o papel de articulação tem sido o mais elegido entre os métodos, devido ao baixo custo associado e facilidade de utilização. Em estudos sobre a análise oclusal na literatura, a precisão do papel de articulação foi comparada com outros métodos, sendo que muitos destes, demonstraram que a sensibilidade do papel de articulação não é elevada, devido às fragilidades físicas do material e a erros associados à sua interpretação. A própria espessura, dureza e flexibilidade do papel de articulação pode afetar os registos (Dawson, 2006; McNeill, 1997; Okeson, 2019). A espessura do papel de articulação pode ainda variar consoante os fabricantes, sendo que a durabilidade, elasticidade e espessura são importantes para o papel de articulação. É geralmente descrito que o aumento da espessura no papel de articulação produz marcas mais largas, escuras, densas e dispersas e ainda um maior número destas, dado que provoca uma alteração na oclusão funcional e

uma atividade súbita dos músculos mastigadores durante o registo. Materiais com espessura superior a 12,5-100 µm podem afetar a percepção do contacto oclusal, fazendo com que o indivíduo se aperceba que está a morder algo e impeça o encerramento espontâneo (Toledo et al., 2014). Todos os materiais utilizados no registo oclusal podem causar esta alteração e o clínico deve estar ciente deste facto (Jain et al., 2015). Este material, embora seja eficaz, deteta frequentemente mais contactos do que dispositivos digitais, particularmente nas áreas posteriores (Manziuc et al., 2024).

Os métodos convencionais de análise oclusal (papel, tiras de seda, placa metálica, etc) devem ser usados apenas uma vez durante o registo, caso contrário, a deterioração do material pela saliva pode resultar na deteção de menos pontos de contacto ou na deteção de pseudo contactos e por isso numa menor eficácia do registo (Saraçoğlu & Özpınar, 2002). Outro obstáculo frequente nas técnicas convencionais está relacionado com a variabilidade da posição mandibular registada, como por exemplo a inclinação da cadeira, que pode provocar desajustes oclusais e até a deteção de diferentes pontos de contacto de diferentes intensidades. Segundo Koc et al., (2010), vários fatores, como a fadiga muscular ou o estado emocional do paciente, podem influenciar a posição mandibular durante o registo, levando a uma interpretação incorreta da relação intermaxilar.

Existe assim, a dificuldade em quantificar a força de oclusão e a precisão dos pontos marcados, dado que estes podem variar dependendo da pressão aplicada pelo paciente. O tamanho da marca do papel de articulação, embora muitas vezes seja considerado um indicador da força dos contactos dentários, apenas serve de indicativo da localização do contacto e da área de superfície, não quantificando assim a força oclusal (Qadeer et al., 2012). Além disso, o papel de articulação fornece uma informação bidimensional, limitando a compreensão do comportamento oclusal real (Zhao et al., 2023).

1.3.4. Evolução das Impressões em Medicina Dentária

A evolução das impressões convencionais em Medicina Dentária reflete o progresso tecnológico e científico na procura por uma maior precisão, eficiência e conforto para o paciente. Os primeiros registos de impressões foram realizados por volta de 1700, na forma de desenhos e modelos de cera, tendo sido realizados por Matthauss Purmann (1648-1711), um cirurgião alemão (Goyal et. al., 2014).

O conceito de realizar impressões com o intuito de obter modelos, surgiu no início do século XVIII com Philipp Pfaff (1713-1766), que utilizava cera aquecida para a realização de impressões e posteriormente vazava com gesso Paris, estabelecendo a base para técnicas posteriores (Bremner, 1939). Em 1820, o dentista francês C.F. Delabarre introduziu o que se crê ter sido a primeira moldeira de impressão (Hoffmann-Axthelm, 1981).

A cera foi o único material de impressão utilizado em medicina dentária até meados do século XIX. No decorrer deste século, materiais como o gesso de Paris, a gutta-percha e hidrocolóides começaram também a ganhar alguma popularidade na realização de impressões (Gupta et al., 2023). A partir das décadas de 50 e 60, a introdução de polímeros sintéticos, como os polissulfetos e os poliésteres, proporcionaram uma elasticidade melhorada e maior detalhe na reprodução das estruturas dentárias, apesar de algumas limitações, como o cheiro forte e a contração de polimerização (Birnbaum & Aaronson, 2008; Sharma et al., 2014).

Nos anos 70 e 80, os silicões de condensação e adição marcaram um avanço importante, oferecendo uma combinação ideal de precisão, elasticidade e estabilidade dimensional, sendo amplamente adotados para a realização de próteses fixas e removíveis. Os silicões de adição resolveram alguns problemas a nível da estabilidade dimensional. Porém, como ambos os materiais são hidrofóbicos poderiam surgir alguns problemas a nível da reprodução dos detalhes, devido a um desequilíbrio de hemostase ou falta de controlo da humidade (Birnbaum & Aaronson, 2008).

Sendo que nas últimas duas décadas, as impressões convencionais começaram a integrar-se com tecnologias digitais, resultando numa transição gradual para os sistemas híbridos e fluxo digital completo (Joda et al., 2015). Esta evolução não reflete apenas os avanços técnicos, como também uma mudança no paradigma da Medicina Dentária, onde a precisão, a personalização e a eficiência do tratamento são cada vez mais valorizadas (Mangano et al., 2017).

1.3.5. Fluxo digital e sistemas CAD/CAM

A integração de tecnologias como a *Computer-Aided Design/ Computer-Aided Manufacturing* (CAD/CAM), digitalização tridimensional (3D), *design* de sorriso digital, inteligência artificial e realidade virtual permitiram aumentar a precisão e eficiência dos

procedimentos, proporcionando melhores resultados. Estas tecnologias podem ser utilizadas em inúmeras especialidades da Medicina Dentária, quer no diagnóstico ou plano de tratamento até à fase final do tratamento, oferecendo uma experiência mais personalizada ao paciente (Haidar, 2023).

As tecnologias de realidade virtual estão a ser utilizadas para a criação de modelos 3D das estruturas dentárias mais realistas, permitindo aos pacientes visualizarem e participarem no seu plano de tratamento. A impressão 3D (*3D printing*) está a tornar-se cada vez mais comum na prática clínica, permitindo um fabrico mais preciso, com aplicações na área da Implantologia, Reabilitação Oral e aparelhos ortodônticos em Ortodontia (Haidar, 2023). Para além disso, o *design* de sorriso digital é uma nova abordagem que permite utilizar imagens digitais e *softwares* para criar um sorriso personalizado para cada paciente (Coachman et al., 2012).

Nas décadas de 1950 e 1960, foi criado o protótipo do CAD/CAM em ambiente industrial, remetendo este termo para o processo de desenho de uma estrutura protética por um *software/hardware* e a sua produção via uma unidade de fresagem (Rekow, 2006). Este sistema incorporado nos *scanners* digitais veio permitir aos dentistas realizar impressões de meia arcada em apenas 40 segundos e de uma arcada completa em dois minutos, aliado de uma alta eficiência de fresagem em laboratório (Mörmann et al., 1989).

Os sistemas CAD/CAM (Figura 2) são constituídos por três componentes: ferramenta de digitalização ou *scanner*, CAD e CAM.



Figura 2-Componentes de um sistema CAD/CAM: *scanner* óptico digital (1), unidade CAD (2) e unidade de fresagem CAM (3). Adaptado de <https://www.dentsplysirona.com/pt-br/descubra/descobrir-por-categoria/cad-cam/cerec.html>

O fluxo de trabalho digital consiste em três etapas: a fase de aquisição de dados via digitalização, a fase de *design* e planeamento via CAD e a fase de fabrico pela unidade CAM (Ting-shu & Jian, 2014).

1.3.5.1. Fluxo Digital aliado à Ortodontia

A digitalização de estruturas anatómicas pelos *scanners* digitais e a sua rápida integração em *softwares* CAD/CAM, facilita a obtenção de dados antropométricos, sem a necessidade de realizar medições de forma convencional. Assim, o ortodontista pode recorrer ao *scanner* para simular um tratamento com as medições obtidas. De Riu et al., em 2014, relataram que o planeamento e simulação digital de cirurgia ortognática foi ainda mais bem-sucedido do que recorrendo a um planeamento convencional para a correção ortognática da assimetria facial.

É possível recorrer a esta tecnologia para a realização de *Digital Indirect Bonding*, em que é possível visualizar e planear a posição e disposição dos *brackets* nos modelos digitais. Sendo ainda possível obter os modelos de estudo físicos via impressão 3D (Akdeniz et al., 2022). A tecnologia de impressão 3D de alta precisão está ainda a ser utilizada na produção de vários aparelhos ortodônticos, como os alinhadores, contenções, aparelhos removíveis e *splints* oclusais (Hazeveld et al., 2014). Há assim, uma melhoria na integração, fluxo de trabalho e na coordenação entre as diferentes fases do tratamento na área da Ortodontia (Grünheid et al., 2014).

1.3.5.2. Scanners Intraorais

Os *scanners* intraorais (IOS) são cada vez mais utilizados em contexto clínico para a captura digital de registos orais, oferecendo vantagens em relação aos métodos tradicionais, proporcionando um registo mais fácil em pacientes com reflexo de vômito, a possibilidade de correção de imprecisões sem ter de repetir o processo, uma diminuição do tempo de consulta e a facilidade de partilha de informação com os técnicos de laboratório. As impressões digitais podem ser adquiridas através da digitalização direta da cavidade oral ou através dos modelos, sendo que os modelos virtuais são posteriormente alinhados segundo o registo intermaxilar, permitindo identificar os contactos oclusais. No entanto, a literatura carece de consenso acerca da reprodução fidedigna dos contactos oclusais por parte desta tecnologia (Edher et al., 2018).

Os *scanners* são instrumentos que têm como objetivo digitalizar um objeto e, para isso, utilizam uma fonte de luz e sensores específicos para converter dados óticos numa “nuvem de pontos” que posteriormente irá formar um modelo 3D. O princípio básico está na emissão de um sinal luminoso (laser ou luz estruturada) por um emissor e a receção do sinal de retorno, por um recetor (Gintaute et al., 2020).

Os IOS criam essencialmente uma cópia digital das estruturas anatómicas, implantes, coroas e normalmente são necessárias centenas de digitalizações para se conseguir captar toda a informação, de vários ângulos diferentes. Estas digitalizações são depois integradas através de um sistema de referência de alinhamento e formam uma rede de pontos, unidos de acordo com a distância detetada entre eles, formando assim uma malha de minúsculos polígonos. Posteriormente, é necessário que a nuvem de pontos se transforme numa superfície, para isso o *software* calcula a área dos triângulos individualmente e preenche-os de seguida (Mogliani, 2022). O modelo virtual vai ser assim obtido pela junção das várias superfícies.

A precisão irá depender das dimensões e do número de triângulos. Ou seja, quanto mais detalhada a digitalização for, mais detalhada será a reconstrução. Embora um grande número de pontos ou uma maior densidade na nuvem de pontos defina melhor a área digitalizada e forneça uma melhor resolução, isso não garante necessariamente melhor exatidão (Mogliani, 2022).

Em Medicina Dentária, os IOS mais utilizados são os *scanners* de triangulação. A digitalização é convertida num ficheiro de *Standard Tessellation Language* (STL) que codifica a informação de forma a armazená-la num computador. O ficheiro STL (Figura 3) é o formato de ficheiro mais comumente utilizado, sendo que pode ser editado e posteriormente impresso em 3D pela unidade CAM. Existe ainda outro formato de ficheiro, o *Polygon File Format* (PLY), que permite registar a cor e as texturas das estruturas digitalizadas (Mogliani, 2022).



Figura 3-Malha triangular digital constituída por minúsculos pontos (STL)

A introdução do primeiro IOS no âmbito da Medicina Dentária restauradora deu-se na década de 1980 por um médico dentista suíço, Werner Mörmann, e um engenheiro italiano electrotécnico, Marco Brandestini, que desenvolveu os fundamentos para a CEREC® (Figura 4) pela Sirona Dental Systems®, o qual foi introduzido em 1987, como o primeiro sistema CAD/CAM disponível no mercado para restaurações dentárias. Desde então, a investigação por parte de várias empresas permitiu a criação de IOS cada vez mais fáceis de utilizar e capazes de produzir restaurações dentárias com precisão (Logozzo et al., 2014).



Figura 4-Scanner intraoral. Adaptado de: <https://assets.dentsplysirona.com/flagship/pt-br/explore/cerec/ARTECCO0221%20-%20Catalogo%20Digital%20Impression%20-%20Rev00.pdf>

Os IOS vieram então revolucionar e simplificar o processo de digitalização, na medida em que permitiu ao Médico Dentista a aquisição de imagens de forma direta, sem a necessidade de recorrer a impressões convencionais, vazamento a gesso e à sua

digitalização a partir do *scanner* do laboratório. Desta forma, o tempo necessário tanto para a digitalização intraoral como para o processo de fabrico reduziu e potenciais erros de expansão, contração, distorção dos materiais de impressão e/ou do modelo de gesso foram eliminados. (Patzelt et al., 2014).

Num estudo realizado por Revilla-Leon et al. (2021), foi conduzida uma análise sobre a utilização de IOS através de um painel de avaliadores clínicos da *American Dental Association*, tendo sido avaliada a perceção dos profissionais acerca da precisão e da aplicabilidade destes dispositivos. Verificou-se que são utilizados por cerca de 53% dos Médicos Dentistas constituintes da amostra nos seus consultórios. Cerca de 34% dos Médicos Dentistas ainda não utilizavam estes equipamentos, embora tenham manifestado interesse em adquirir esta tecnologia, reconhecendo a sua capacidade de aumento da eficiência e previsibilidade na prática clínica.

Relativamente a este tipo de IOS podemos classificá-los em dois tipos, segundo a captura de imagem: *scanners* de imagem única e *scanners* de captura contínua. O *scanner* de imagem única permite a digitalização máxima de três dentes por cada imagem, permitindo obter uma maior definição da anatomia dentária e são mais utilizados no tratamento com alinhadores. Exemplos de IOS de imagem única são o TRIOS® e o iTero™. Os *scanners* de captura contínua, como o Medit®⁵ i700 e o Primescan® obtêm imagens com um alcance superior, pois estes realizam uma gravação das estruturas digitalizadas, sendo estes mais adequados para a digitalização de tecidos moles (Revilla-Leon et al., 2021).

Além da classificação anteriormente descrita, o fluxo digital com estes *scanners* pode ser dividido consoante o local onde é realizada a digitalização. Caso seja realizada num ambiente clínico, ou seja, numa clínica, denomina-se como digitalização *chairside* ou *in-office*. Caso esta etapa seja efetuada no laboratório, denomina-se por *in-lab* (Revilla-Leon et al., 2021).

De forma a capturarem todas as características da cavidade oral, estes IOS possuem tecnologias que lhes permitem adquirir e processar dados, aumentando a veracidade e a precisão da imagem obtida. Algumas das características destas tecnologias são:

⁵ Medit, Seoul, Coreia do Sul

microscopia confocal, triangulação ótica (ativa e passiva), interferometria (*Accordion fringe interferometry*), tomografia por coerência ótica e amostragem de frente de onda ativa (*Active Wavefront Sampling*) (Bilmenoglu et al., 2020).

Na Tabela 1 encontra-se algumas das características tecnológicas dos IOS e do T-scan, disponíveis no mercado.

Tabela 1-Resumo das características tecnológicas dos *scanners* intra-orais (adaptado de Kamble et al., 2020; Logozzo et al., 2011).

Scanner Intraoral	CEREC Primescan AC	iTero Element Plus	TRIOS 5	T-Scan III
Princípios de Funcionamento e tecnologia ótica	Triangulação ativa e microscopia confocal dinâmica; fresagem <i>in-office</i>	Microscopia confocal paralela com processamento por inteligência artificial;	Microscopia confocal; Técnicas de imagens multiespectrais; Princípio de seccionamento ótico ultrarrápido	Análise digital da oclusão
Fonte de luz	Luz azul visível e infravermelha	LED e tecnologia infravermelha (<i>Near Infrared Imaging</i>)	Luz LED (luz branca visível)	Sensores de pressão digitais
Tipo de imagem	Imagens múltiplas 2D que permitem criar um modelo digital 3D de alta-definição	Representação monocromática durante o processo de digitalização; Imagens múltiplas de alta resolução	Imagens múltiplas que permitem obter um modelo 3D a cores e imagens dinâmicas	Dados numéricos e representação gráfica da distribuição das forças oclusais

1.3.5.2.1. CEREC Primescan® AC

O CEREC® (*Chairside Economical Restoration of Esthetic Ceramics*) foi introduzido no mercado pela primeira vez em 1985, tendo sido desenvolvido pela empresa Sirona Dentsply®. Este *scanner* ganhou alguma popularidade na área da Dentisteria, pois

integrava o primeiro sistema CAD/CAM com conceito *chairside* a ser utilizado em consultórios dentários. A marca comercializa dois tipos de sistemas CAD/CAM, um sistema de laboratório (CEREC inLab®) e um outro mais prático para utilização na clínica (CEREC Chairside®) (Correia et al., 2006; Logozzo et al., 2014). O *software* CEREC Ortho® também permite a análise de modelos digitais 3D no âmbito da Ortodontia. Sendo que, atualmente a marca comercializa *scanners* com características diferentes, o CEREC® AC Bluecam, lançado em 2009, que combina a tecnologia de triangulação ativa com a microscopia confocal a laser, e o mais recente, o CEREC Primescan® AC (Figura 5), comercializado desde 2012, que eliminou a necessidade de utilização de pó de dióxido de titânio e permite gerar imagens 3D contínuas com cores naturais (Ting-shu & Jian, 2014).

O CEREC® AC é uma unidade móvel, que é composta por: *scanner* ótico (*Bluecam* ou *Omniscam*), monitor equipado com *software* CAD. O modelo mais recente, o CEREC Omnicam® AC, utiliza o princípio da leitura contínua de imagens, criando um modelo tridimensional virtual através da captura sucessiva de várias imagens. Em contraste, o modelo virtual com a Bluecam é gerado pela obtenção de imagens individuais das estruturas da cavidade oral (Ting-shu & Jian, 2014).

Com o CEREC® é de esperar que se obtenham imagens com um alcance superior em comparação com o TRIOS® e o iTero™ pois realiza uma gravação das áreas através de uma técnica de varredura. O facto de não necessitar de pó, permite realizar impressões de maior área, e as imagens serem a cores naturais, constituem vantagens da câmara Omnicam em relação à Bluecam, o que torna este *scanner* apropriado para a digitalização de tecidos moles (Baroudi & Ibraheem, 2015). O sistema CEREC® é um sistema fechado, sendo que ao exportar o arquivo para a unidade de fresagem, permite a realização de todo o tratamento numa única consulta (Ting-shu & Jian, 2014).

Uma das principais vantagens da utilização do CEREC® no registo oclusal é a rapidez e precisão da captura digital. Estudos indicam que os modelos digitais criados com este *scanner* apresentam uma maior precisão e reprodutibilidade comparados aos métodos tradicionais (Mangano et al., 2017). Este fluxo de trabalho digital melhora não só a experiência do paciente, ao reduzir o tempo de tratamento, mas também a eficácia do tratamento, já que por exemplo, as restaurações podem ser concluídas numa única

consulta (Ender et al., 2016). No entanto, a curva de aprendizagem e o custo do equipamento podem ser desafios para alguns profissionais (Ender & Mehl, 2013).



Figura 5-Unidade CAD e *scanner* ótico intraoral CEREC Primescan® AC. Adaptado de:
<https://www.dentsplysirona.com/pt-br/descubra/descobrir-por-categoria/cad-cam/cerec.html>

1.3.5.2.2. 3Shape® TRIOS 5

Em 2010, a 3Shape lançou um novo sistema de impressão, o TRIOS®, que tinha como princípios de técnicas de digitalização o seccionamento ótico ultrarrápido e a microscopia confocal (Logozzo et al., 2014; Ting-shu & Jian, 2014). A 3Shape® oferece o *scanner* em três versões diferentes: TRIOS® *Cart*, TRIOS® *Pod* (Figura 6) e TRIOS® *Chair Integration* (Ting-shu & Jian, 2014; TRIOS® *Digital Impression Solution*, 2015). A versão sem fios deste *scanner* foi lançada em 2017, oferecendo ao operador flexibilidade e liberdade na digitalização. Este sistema é capaz de capturar e modelar estruturas protéticas, permitindo a fabricação de uma ampla gama de próteses fixas, além de ser aplicável em casos de Ortodontia, através do 3shape *orthodontic simulator*. É um sistema aberto, funcionando como um sistema de digitalização e impressão que não inclui uma unidade de fresagem (Ting-shu & Jian, 2014).

Um estudo conduzido por Kim et al., (2016) indicou que o TRIOS® requer menos tempo para efetuar a digitalização em comparação com os métodos de impressão convencionais, sendo assim mais apropriado para profissionais com menos experiência.

O TRIOS® 5 captura 2400 imagens por segundo, diminuindo a influência do movimento e usa um emissor de luz diodo (LED) como fonte de luz. Uma das principais vantagens deste IOS é a sua rapidez e precisão, e possui o *ScanAssist* que ajuda a evitar erros na digitalização, especialmente na região incisal. Tem ainda a capacidade de realizar leituras a uma distância de dois a três centímetros da superfície, sem comprometer a nitidez e a qualidade das imagens (Ting-shu & Jian, 2014). A ponta do *scanner* tem um tamanho reduzido, e pode ser esterilizada na autoclave. O sistema também possui um simulador de tratamento avançado e uma função de registo da oclusão dinâmica. Apresenta uma interface intuitiva e equipado com tecnologia de captura de cores com o melhor desempenho detetado, de acordo com a escala 3D-MASTER e o espectrofotômetro configurado para a escala Clássica VITA, o que permite visualizar a anatomia dentária de forma mais realista (Liberato et.al., 2019).



Figura 6- *Scanner 3shape® TRIOS pod geração 5*. Adaptado de:
<https://dentalexpress.pt/scanner-trios-5-pod-com-laptop-dell-precision-3shape>

1.3.5.2.3. iTero™ Element™ Plus

O IOS iTero™ (Figura 7) foi lançado pela Cadent LTD™ em 2007. Posteriormente, a AlignTechnology® reorganizou-se e lançou a sua versão do iTero™ no mercado em 2013, associada aos alinhadores ortodônticos. Este IOS utiliza uma tecnologia de imagem confocal paralela com um feixe de laser de luz vermelha que permite capturar imagens da cavidade oral com um sistema de câmara intraoral que fornece uma visão clara e em tempo real do interior da cavidade oral. Além disso, o iTero™ possui um sistema de deteção e movimento para ajudar a capturar imagens precisas, mesmo quando o paciente se move durante o procedimento (Celeghin et al., 2021).

É constituído por um monitor, ecrã, “rato”, teclado, pedal e um *scanner* (Ting-shu & Jian, 2014). Uma das vantagens do IOS é que não requer a utilização de pó e a ponta

do *scanner* pode contactar diretamente com a superfície do dente. Apesar da ponta do *scanner* ser das mais volumosas, o fabricante argumenta que esta característica oferece uma visão mais ampla o que, por sua vez, permite obter um tempo de digitalização mais curto e uma elevada precisão. A ponta de digitalização tem um *design* de espelho refletor, que facilita a digitalização dos dentes localizados mais a distal. Além disso, para evitar infecções cruzadas, usa mangas descartáveis (Birnbaum & Aaronson, 2008).

As impressões digitais são enviadas para os laboratórios de forma *wireless*. O iTero™ é um sistema aberto e os arquivos digitais são exportados em formato STL, o qual pode ser aceite por outros sistemas CAD/CAM (Logozzo et al., 2014).

Num estudo realizado por Kim et al. (2016), verificou-se que o iTero™ pode ter um tempo de digitalização mais longo do que o método de impressão tradicional, mas à medida que a experiência do clínico aumenta, o tempo de digitalização diminui.



Figura 7-Scanner intraoral iTero™. Adaptado de: <https://www.itero.com/en-gb>

1.3.5.3. Registos oclusais digitais

A utilização de tecnologia digital na Medicina Dentária alterou procedimentos e protocolos operacionais, demonstrando inúmeras vantagens como a facilidade de utilização em comparação com os métodos convencionais. No entanto, surgiram algumas questões associadas à precisão e à padronização da sua aplicação na obtenção de registos oclusais (Figura 8) e na uniformidade da avaliação desses contactos (Queiroz et al., 2021).

Um estudo realizado por Qadeer et al., (2012) indica que o tamanho da marca que o papel de articulação deixa na face oclusal é um indicador pouco fiável da força oclusal aplicada para que se possa orientar os ajustes oclusais do tratamento através desta. Alguns estudos demonstraram que os IOS proporcionam uma maior precisão e reprodutibilidade na deteção dos contactos oclusais em comparação com os métodos convencionais (Ender & Mehl, 2013). Os IOS e sistemas de análise oclusal computadorizados proporcionam registos precisos e com uma redução de erro associado, dado que não existe a presença de erros manuais associados ao operador humano (Revilla-León et al., 2023). Permitem ainda melhorar a visualização e compreensão do tratamento por parte dos pacientes, pois os sistemas detetam e apresentam os pontos de contacto em tempo real, proporcionando uma maior aceitação, conforto e comodidade para o paciente, além de reduzir o risco de infeção cruzada e o tempo de consulta (Siqueira et al., 2021).

Apesar do desenvolvimento dos sistemas digitais demonstrar uma aplicabilidade promissora nesta área, ainda se carece de estudos de validação da confiabilidade e eficácia em comparação com os métodos tradicionais (Baba et al., 2000).



Figura 8-Registo intermaxilar através de um *scanner* intraoral

Alguns dos dispositivos para além dos *scanners* intraorais que permitem realizar o registo oclusal são o OccluSense⁶® e o T-Scan⁷™.

⁶ Bausch, Colónia, Alemanha

⁷ Klockner, Tekscan Inc., Boston, EUA

1.3.5.3.1. T-Scan III™

Desde o seu aparecimento em 1987, a avaliação oclusal digital com a tecnologia T-Scan™ (Figura 9), idealizada por Mannes, transformou a metodologia do registo e análise oclusal (Trpevska et al., 2014).

O sistema de análise oclusal T-Scan™ (versão 9.1) foi desenvolvido como um método objetivo e assistido por computador como uma alternativa aos métodos de análise oclusal baseados na interpretação subjetiva, pois fornece uma avaliação tridimensional da força aplicada, superando algumas limitações dos métodos convencionais, como o papel de articulação, que apenas oferece uma visualização bidimensional dos pontos de contacto oclusais. Este dispositivo permite então, avaliar os parâmetros quantitativos das forças de contacto oclusal através da transformação de dados qualitativos obtidos num determinado período num ambiente digital (Bozhkova, 2016). Este sistema permite registar contactos oclusais funcionais e parafuncionais de forma mais confiável e analisar o tempo e a força de cada contacto oclusal em tempo real. O equipamento permite uma rápida identificação de prematuridades, interferências, regiões de força excessiva e a distribuição da força (Trpevska et al., 2014).

O sensor do T-scan™ tem uma espessura padrão de 0,1mm (100 µm), que segundo o fabricante permite minimizar ou inibir os movimentos de propriocepção dentária, enquanto o papel de articulação tem uma espessura variável consoante o fabricante. Deve-se ainda escolher o tamanho do sensor mais apropriado ao paciente (*Small* ou *Large*) e calibrar a sua sensibilidade antes do registo, reduzindo-a nos indivíduos que apresentam força excessiva e aumentando-a nos que aplicam força reduzida (Ayuso-Montero et al., 2019).

Saraçoğlu et al, (2002) examinaram as alterações nos dados oclusais obtidos através de registos consecutivos utilizando o papel de articulação, folha metálica, tiras de seda, e sensores do T-Scan™, em condições húmidas e secas e foi referido que a sensibilidade diminuiu em todos os métodos em condições húmidas exceto no T-scan™ (Saraçoğlu & Özpınar, 2002). O sensor T-Scan™ pode ser utilizado até 15 a 25 mordidas consecutivas até a sua sensibilidade diminuir, o que o torna vantajoso (Tekscan, n.d.).

A digitalização é apresentada mostrando os registos dos contactos iniciais, e assim sucessivamente até ao último contacto. O *ForceView* 2D é dividido em duas colunas

coloridas (verde à esquerda e vermelho à direita). Sendo a divisão destas colunas o plano médio-sagital, mostrando assim a distribuição dos pontos de contacto e a força exercida pela mordida ao longo do tempo e da arcada. O 3D *ForceView* mostra a mesma informação, mas em colunas 3D, onde é possível identificar facilmente as distribuições de força. A barra de navegação fornece diferentes opções de reprodução.



Figura 9- T-scan™ Novus™ Handpiece. Adaptado de: <https://www.tekscan.com/products-solutions/systems/t-scan-novus>

1.3.5.4. Vantagens e limitações do registo oclusal utilizando métodos digitais

A incorporação de métodos digitais, como os IOS e o T-Scan™ na deteção e registo oclusal, trouxeram avanços significativos. Os IOS revolucionaram a captura de informações oclusais, permitindo a obtenção de registos tridimensionais da mordida de maneira precisa e em tempo real. De acordo com Botsford et al. (2019), os registos virtuais obtidos com estes dispositivos mostraram alta precisão em relação à oclusão real dos pacientes, o que permitiu eliminar a variabilidade associada aos métodos convencionais, como a distorção provocada pelos materiais de impressão.

Numa revisão sistemática realizada por Chowdhary e Sonnahalli (2024), o T-Scan™ foi considerado eficaz na deteção de contactos que não eram identificados através de métodos convencionais. A capacidade do T-Scan™ em fornecer uma análise quantitativa permite ao profissional monitorizar a oclusão ao longo do tempo e identificar áreas de excesso de força oclusal. Permite ainda avaliar a oclusão em 3D, serve de documento médico-legal válido, sem a coloração temporária dos dentes como acontece com o papel de articulação e as arcadas superior e inferior podem ser avaliadas simultaneamente (Bathiya & Pisulkar, 2020). Para além disso, o registo oclusal realizado

pelos IOS não permite determinar o momento em que se realiza o primeiro contacto ou a ordem em que estes se estabelecem.

Apesar destas vantagens, foi descrito que devido ao material do sensor do T-Scan™ ser plástico poderia causar alterações na atividade do masséter (Forrester et al., 2011). Embora forneça dados quantitativos sobre a força de oclusão, o T-Scan™ não oferece uma medida direta da pressão aplicada, limitando-se a fornecer valores percentuais de força. Isso pode dificultar a interpretação das forças oclusais em comparação com outras técnicas de medição mais diretas. É importante destacar que o T-Scan™ pode não capturar com precisão forças muito subtis devido à sensibilidade dos seus sensores, o que pode comprometer a detecção de contactos menores (Bruschy, 2018). Além disso, as cúspides mais pontiagudas podem perfurar o sensor (0,1 mm) e o investimento associado ao equipamento e aprendizagem é elevado (Bathiya & Pisulkar, 2020). O T-Scan™ requer ainda calibração e treino adequados para garantir a precisão dos resultados, e a interpretação dos dados pode ser subjetiva dependendo da experiência do profissional que o utiliza (Portero, 2021).

Revilla-León et al. (2023) destacam que tanto os IOS como o T-Scan™ proporcionam maior confiabilidade na análise da oclusão, em comparação com os métodos tradicionais, que apenas registam os pontos de contacto sem fornecer informações sobre a intensidade das forças oclusais. Além disso, o papel de articulação não oferece uma visão tridimensional detalhada da oclusão.

Embora os métodos digitais estejam em constante evolução, Lim et al. (2020) referem que ainda existem desafios, pois algumas áreas são mais difíceis de digitalizar como as zonas distais e as regiões interproximais ou espaços interdentários. Desta forma, os métodos convencionais ainda são altamente utilizados devido à sua simplicidade e custo reduzido.

Além das desvantagens e limitações discutidas anteriormente, podemos destacar ainda o alto custo de aquisição de um IOS (Majeed-Saidan et al., 2022). Outra desvantagem é a curva de aprendizagem, que apesar de ser uma desvantagem em todas as áreas e técnicas que envolvem novas tecnologias, em especial a digital, esta área digital ainda não é tão amplamente abordada no ensino de Medicina Dentária (Tregerman et al., 2019).

1.3.5.5. Perspetiva Laboratorial

Historicamente, os técnicos de próteses dentárias executavam procedimentos predominantemente manuais, no entanto, na última década houve uma rápida integração das tecnologias digitais nos laboratórios, levando a um crescimento exponencial dos processos de fabrico digital através da digitalização, componentes CAD/CAM, produção rápida e sinterização a laser seletivo em vários laboratórios (Birnbaum et al., 2008).

A implementação de IOS facilitou a aquisição direta de ficheiros digitais das cavidades orais dos pacientes, potenciando a precisão tanto dos modelos como dos projetos resultantes. Esta tecnologia agiliza o processo de fabrico, eliminando as etapas tradicionais de esterilização e preparação do modelo, melhorando significativamente a comunicação entre técnicos e dentistas através de uma rápida partilha de ficheiros digitais que permite o esclarecimento e aprovação antes do fabrico (Birnbaum et al., 2008).

Técnicos experientes no fabrico de próteses dentárias e que utilizam impressões digitais têm relatado melhorias na qualidade do trabalho de dentistas que utilizam um fluxo de trabalho digital. O processo de fabrico digital facilita a produção simultânea de múltiplos componentes protéticos, agilizando assim os ciclos de fabrico e garantindo um controlo preciso através de métodos avançados de medição e estatística (Birnbaum et al., 2008).

1.3.5.6. Precisão e Reprodutibilidade

A precisão refere-se à consistência de uma série de medições, ou seja, quando um dispositivo de medição fornece resultados semelhantes ou consistentes em medições repetidas, mesmo que esses valores não correspondam ou estejam próximos do valor real. Sendo que, a medição torna-se mais previsível, quanto mais elevada for a precisão. A reprodutibilidade/confiabilidade está relacionada com a capacidade de um sistema de medição em fornecer resultados consistentes ao longo de várias tentativas sob as mesmas condições. Por outro lado, a exatidão (Norma ISO 5725-1), refere-se à proximidade ou concordância que o valor medido tem do valor real (Ender & Mehl, 2013).

Inúmeras investigações avaliaram a precisão dos IOS em vários contextos clínicos, embora a eficácia clínica permaneça subexplorada. Pesquisas indicam que as técnicas convencionais podem produzir resultados superiores em comparação com os IOS. Ender

e Mehl (2013) realizaram uma investigação *in vitro* com o objetivo de avaliar a precisão das impressões de uma arcada dentária completa, adquirida através de métodos convencionais e digitais. Utilizando critérios rigorosos de exatidão e precisão, os resultados indicaram que a impressão digital apresentou um nível de precisão inferior em comparação com a técnica tradicional.

Qualquer alteração na superfície ou perda de referência durante a digitalização pode gerar erros ou até impossibilitar a digitalização (Lee et al., 2013). É justamente na cópia dos tecidos moles que se observa uma diferença significativa entre a digitalização e a impressão dos tecidos moles com material convencional, devido à compressão dos mesmos durante a impressão. Fatores como a angulação da estrutura a ser digitalizada e o gradiente de luz também podem influenciar a qualidade da imagem que é obtida (D'Arienzo et al., 2018).

Diversos autores reconhecem como fontes de erro clínico e factores responsáveis pelas discrepâncias encontradas, o fluxo salivar, os movimentos do paciente e das mãos do operador, as condições de humidade intraoral e a acessibilidade da câmara intraoral, especialmente à região retromolar, em pacientes com limitação na abertura da cavidade oral ou com o ramo ascendente da mandíbula situado numa região mais anterior, junto à face vestibular do último molar (Luthardt et al., 2005; Syrek et al., 2010; Flügge et al., 2013; Patzelt et al., 2014; Seelbach et al., 2013).

A precisão das impressões digitais, segundo Seelbach et al., (2013) depende da resolução do aparelho ótico de digitalização e do algoritmo utilizado na correspondência de pontos, que permite através das suas coordenadas espaciais obter uma “nuvem” de pontos 3D, dando origem à impressão digital. Destacam ainda problemas a nível calibração, rugosidade da superfície que pode afetar a reflexão da luz e a distância do *scanner* à superfície.

Estudos indicam que o CEREC® e o TRIOS® apresentam alta precisão na captura da oclusão estática e dinâmica. Segundo Shadid e Sadaqah (2022), o iTero™ demonstrou uma precisão notável na oclusão estática, tornando-o eficaz na identificação de pontos oclusais cruciais. O TRIOS® destacou-se ainda pela sua capacidade em capturar arcadas dentárias completas com uma mínima distorção.

O T-Scan™ é um dispositivo que complementa os IOS ao quantificar as forças oclusais, permitindo realizar ajustes mais precisos. A integração destas tecnologias num fluxo de trabalho digital na prática clínica permitiu minimizar erros, porém é necessário ter em conta as suas limitações (Várady et al., 1997).

II. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Métodos de pesquisa bibliográfica

Para a realização da pesquisa bibliográfica desta investigação, utilizaram-se diversas bases de dados digitais, destacando-se assim o PubMed, SciELO, ResearchGate, ScienceDirect, B-On, Cochrane Library e Google Scholar. Para além destas plataformas, foram pesquisadas revistas da especialidade como o *Journal of Oral Rehabilitation* e o *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics* por disponibilizarem uma vasta gama de artigos essenciais para a fundamentação teórica deste trabalho.

Durante o processo de pesquisa, foram utilizadas diversas palavras-chave, entre as quais: digital flow, intraoral *scanner*, occlusal contacts, maximum intercuspation. Desta forma, foi possível reunir um conjunto de referências que suportam a análise e discussão dos resultados apresentados ao longo do trabalho.

Inúmeros artigos abordam o fluxo digital na Medicina Dentária com conclusões díspares em relação ao seu desempenho, porém foi evidente a escassez de estudos congruente com o tema do presente estudo.

2.2. Considerações e questões éticas

A realização desta investigação necessitou da aprovação da Comissão Científica do Mestrado Integrado em Medicina Dentária e do Conselho Científico da Egas Moniz School of Health & Science, foi ainda submetida à Comissão de Ética da Egas Moniz School of Health & Science, tendo sido aprovada com processo interno número 1355 (anexo 1).

Todos os participantes do presente estudo foram devidamente esclarecidos em relação às condições de participação, tendo assinado um termo de consentimento informado de participação voluntária (anexo 2). O estudo que se realizou não envolveu quaisquer atos alheios aos efetuados nas instalações da Clínica Dentária Universitária Egas Moniz, tal como não foram testados novos produtos ou medicamentos.

2.3. Tipo de estudo

Este estudo insere-se na categoria de investigação primária aplicada, experimental e de metodologia quantitativa, dividindo-se numa contextualização teórica, realizada através de uma revisão bibliográfica e numa componente prática, enquadrada no formato de estudo experimental *in vivo*.

2.4. Local de estudo

A investigação decorreu nas instalações da Clínica Universitária Egas Moniz e no Laboratório de Prótese da Egas Moniz School of Health & Science.

2.5. Amostra

A amostra foi constituída por dez alunos voluntários pertencentes ao curso de Mestrado Integrado de Medicina Dentária da Egas School of Health and Science, tendo sido os participantes seleccionados de acordo com um método de amostragem por conveniência.

Todos os participantes pertenciam à mesma faixa etária, com idades compreendidas entre os 22 e os 24 anos. Dos dez participantes, 20% são do sexo masculino, sendo os restantes do sexo feminino. Os critérios de inclusão e exclusão aplicados encontram-se na Tabela 2:

Tabela 2-Critérios de inclusão e de exclusão da amostra adotados.

Critérios de inclusão	Boa higiene oral
	Oclusão normal (classe I de Angle)
	Independentemente de terem ou não realizado tratamento ortodôntico
	Dentição completa (excluindo os terceiros molares)
Critérios de exclusão	Presença de disfunção temporo-mandibular (DTM), hábitos parafuncionais e refluxo gastro-esofágico (doença sistêmica)
	Presença de restaurações metálicas ou lesões de cárie oclusais extensas
	Condições que exijam a administração de anti-inflamatórios, sedativos e relaxantes musculares
	Consumo de substâncias estimulantes tais como álcool, tabaco e/ou café no dia de registo
	Limitação associada ao movimento de abertura da boca

De forma a garantir a uniformidade da amostra e que todos os indivíduos constituintes cumprissem com os requisitos e critérios de inclusão e exclusão, foram realizadas impressões em alginato e posteriormente vazadas a gesso tipo III, para que fosse possível analisar os modelos. Após reunir a amostra de acordo com os critérios, procedeu-se à aquisição de dados.

Assim, foram recolhidos 40 modelos digitais da arcada superior e inferior em posição de intercuspidação máxima (PIM) e em formato *Standard Triangle Language* (STL).

2.6. Metodologia da investigação

Neste estudo foram utilizados os seguintes *scanners* digitais intra-orais (IOS): iTero Element™ Plus⁸, Planmeca Emerald™ S⁹, CEREC Primescan® AC¹⁰, TRIOS pod 5¹¹® e o T-Scan™ III¹² Novus™ Handpiece. O *scanner* Planmeca™ acabou por ser excluído do estudo devido a falhas técnicas que comprometeram a obtenção de modelos digitais com o devido alinhamento da arcada superior com a inferior em PIM, interferindo assim com os registos da oclusão. Dessa forma, optou-se pela exclusão deste *scanner* para garantir a integridade dos dados e evitar possíveis distorções nos resultados da análise de dados.

Foi realizado um período experimental de digitalizações com os diferentes *scanners*, para que o operador pudesse adquirir experiência prática. Assim, apenas se contabilizaram as digitalizações realizadas após algumas semanas de prática, tendo sido estas realizadas numa mesma e única semana, de forma a reduzir o viés nos resultados. As impressões digitais com os diferentes IOS, seguiram uma ordem determinada aleatoriamente.

2.6.1 Preparação da amostra para digitalização

Foi solicitado que os pacientes realizassem um bochecho com colutório, de digluconato de clorexidina a 0,12%, durante cerca de 30 segundos e foi realizado um exame clínico à cavidade oral dos pacientes. Utilizaram-se ainda alguns dispositivos para diminuir o contacto da saliva com as superfícies oclusais dos dentes, tais como aspirador de saliva, rolos de algodão e jato de ar. Procedeu-se à redução da incidência de fontes externas de luz na cavidade oral, diminuindo assim a sensibilidade do *scanner* às variações ambientais de luz. Certificou-se que os dentes e áreas circundantes estavam livres de detritos, saliva e contaminação sanguínea.

Como a posição postural da mandíbula pode ser influenciada pela posição da cabeça e da postura corporal, foi necessário garantir que o indivíduo se encontrava numa posição

⁸ Align Technology, San Jose, CA, EUA

⁹ Planmeca, Helsínquia, Finlândia

¹⁰ Dentsply Sirona, Charlotte, NC, EUA

¹¹ 3Shape, Copenhaga, Dinamarca

¹² Klockner, Tekscan Inc., Boston, MA, EUA

sentada verticalmente de forma relaxada, mantendo o plano de *Camper* paralelo ao plano do chão e um alinhamento neutro da cabeça. Garantiu-se ainda, que não existe tensão a nível muscular, pois pode levar a distorções na digitalização e, ajustar o suporte para a cabeça, proporcionando conforto e estabilidade. O desconforto e tensão muscular pode levar a movimentos involuntários, diminuindo assim a precisão dos dados obtidos. A comunicação e explicação acerca do processo de digitalização e das indicações a seguir permitiu ajudar o indivíduo a alcançar a postura ideal.

2.6.2 Fase de Digitalização

- 1) Antes de iniciar o registo, alguns dos IOS necessitaram de ser calibrados segundo as indicações de cada um dos fabricantes.
- 2) Digitalizaram-se ambas as arcadas superior e inferior e realizou-se o registo da relação intermaxilar em PIM por cada um dos *scanners* intraorais do estudo.
- 3) A técnica de digitalização (Figura 10) e a sua sequência pode variar conforme as instruções de captura de imagem de cada *scanner*, sendo importante seguir as instruções do fabricante. Utilizou-se uma sequência padronizada em todos os *scanners*, iniciando pela captura da arcada superior, arcada inferior e de seguida o registo intermaxilar. Iniciou-se então pela digitalização das superfícies oclusais, do primeiro para o segundo quadrante, da região mais distal à mais anterior. Prosseguiu-se para as faces palatinas do segundo para o primeiro quadrante e faces vestibulares, do primeiro quadrante para o segundo, sendo que nos dentes anteriores realizou-se movimentos de palatino para vestibular. Posteriormente, digitalizou-se a arcada inferior, iniciando pelas superfícies oclusais a partir de um molar terminal até ao seu contralateral no quadrante oposto, digitalizou-se as faces linguais do terceiro para o quarto quadrante e por vestibular repetiu-se o mesmo processo, mas desde o molar terminal até à linha mediana em cada um dos quadrantes. Realizou-se ainda a digitalização dos dentes anteriores através de movimentos de lingual para vestibular. Para concluir, solicitou-se ao paciente que ocluisse em PIM e realizou-se o registo intermaxilar, da zona mais distal para a anterior do

primeiro e quarto quadrante e do segundo e terceiro quadrante, respectivamente.

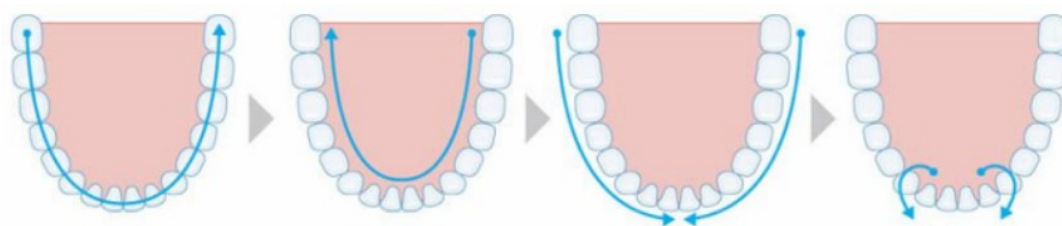


Figura 10-Técnica de digitalização adotada. Adaptado de: https://storage-itero-production-us.s3.amazonaws.com/download/user_manuals/iTero-Element-5D-User-Manual-Portuguese.pdf

Obteve-se 40 modelos digitais, resultantes da digitalização de cada indivíduo com os quatro *scanners* intraorais. Tendo sido descartados do estudo dez modelos provenientes do IOS Planmeca™.

2.6.3 Obtenção do registo oclusal nos *scanners* intraorais

Em todos os IOS foi obtido um gráfico ilustrativo da distribuição e intensidade dos contactos oclusais (*colormap*). Este *colormap* (Figura 11) tem uma escala associada, referente à distância a que os dentes se encontram dos seus dentes oponentes, extrapolando-os para a intensidade correspondente desses contactos. Sendo que a calibração da escala (valores associados às cores) varia de *scanner* para *scanner*, sendo algumas pré-definidas e fixas pelos fabricantes e outras permitem o seu ajuste, de acordo com o intervalo de valores que se pretende detetar.

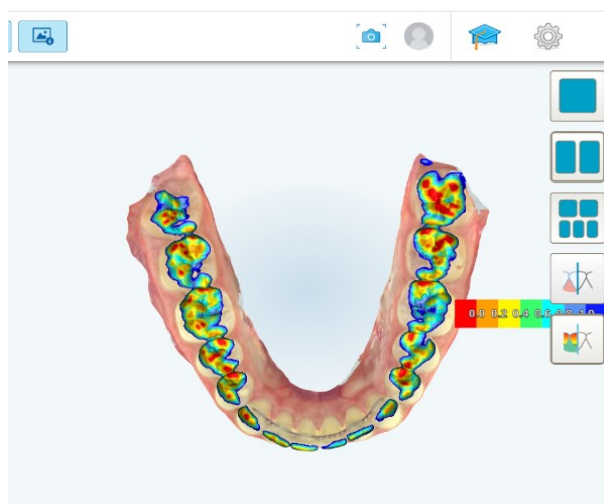


Figura 11-Registo oclusal obtido através do *scanner* iTero™

2.6.4 Obtenção do registo oclusal pelo T-Scan™

- 1) Através do T-Scan III™ é possível obter um relatório da distribuição e respetiva intensidade dos contactos oclusais em PIM de cada indivíduo.
- 2) Iniciou-se o *software* Tekscan™ e criou-se a ficha do paciente, indicando algumas características da cavidade oral do paciente. Posteriormente, inseriu-se o suporte do sensor e certificou-se que era utilizado um novo sensor e que todos os componentes foram higienizados, de acordo com as instruções de manutenção e cuidados a ter com o dispositivo. Foi necessário selecionar o tamanho adequado do suporte e sensor de acordo com as dimensões das arcadas do paciente. Ao conectar este dispositivo ao *hardware*, este indicará que está pronto a ser utilizado e pode-se dar início à calibração do aparelho.
- 3) Colocou-se o sensor na cavidade oral do paciente, com o guia de posição do suporte do sensor entre os incisivos centrais superiores e mantendo o suporte o mais paralelo possível ao plano oclusal, iniciando assim o registo. O gráfico *force view* (Figura 12) bidimensional (2D) e tridimensional (3D) ilustra a mordida do paciente em tempo real, sendo possível calibrar a sensibilidade do sensor consoante a força de mordida do indivíduo. O ajuste dessa sensibilidade pode ser automático ou manual. Após a calibração pode-se iniciar a gravação do registo de mordida do paciente, dando indicação para ocluir várias vezes até se obter um relatório em *portable document format*.

Sensibilidade: 8

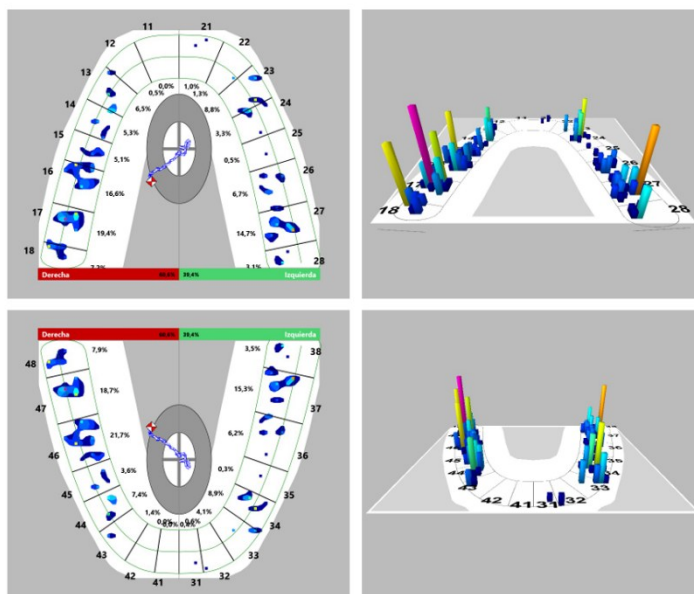


Figura 12- Gráfico Forceview 2D e 3D obtido no software do T-scan™

2.6.5 Desinfecção dos instrumentos

Tanto no início como no final de cada digitalização completa, a câmara intraoral e a ponta do *scanner* foram desinfetadas com soluções à base de álcool e limpas segundo o protocolo recomendado pelo fabricante. A maioria dos fabricantes recomenda a utilização de proteções descartáveis, sendo que outras podem ser removidas e esterilizadas no autoclave. É importante seguir as recomendações do fabricante de forma a evitar danos no equipamento. No T-Scan III™ é possível utilizar o mesmo sensor no mesmo paciente em várias sessões, desde que este não seja danificado, porém não deve ser usado em pacientes diferentes devido ao risco de infeção cruzada.

2.6.6 Eliminação de artefactos e interferências dos modelos digitais

Através do software Autodesk® Meshmixer®¹³, foram circunscritos (Figura 13) e eliminados do modelo (Figura 14) todos os artefactos e áreas não relevantes, tais como os sisos e interferências gengivais, de forma que a área de análise se restringisse apenas às faces oclusais do modelo.

¹³ Autodesk Inc., Mill Valley, CA, EUA

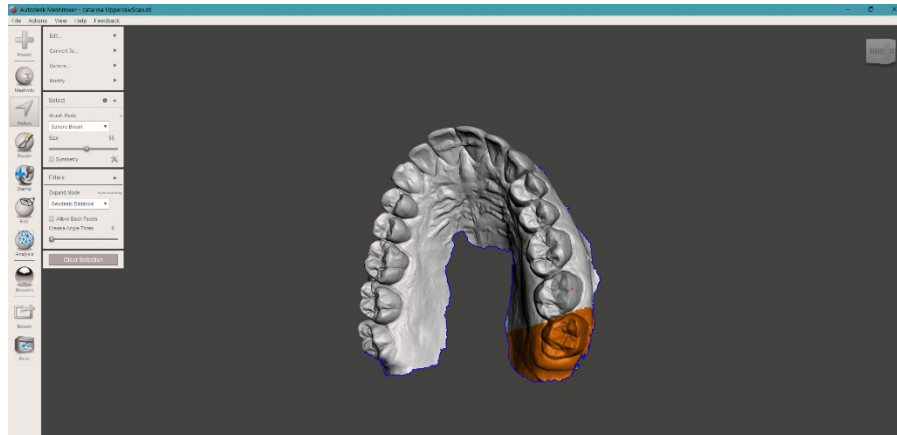


Figura 13-Área não relevante a ser eliminada no *software* Meshmixer®



Figura 14-Modelo sem interferências no *software* Meshmixer®

2.6.7 Obtenção do número de contactos oclusais máximos em PIM nos *scanners* intraorais

Para que fosse possível obter o número de contactos oclusais máximos em PIM nos diferentes IOS e que estes fossem comparáveis entre si, foi necessário realizar uma calibração dos *colormaps* de cada registo intermaxilar obtido. Dado que cada *scanner* possui a sua própria escala de cores ou *colormap* referente ao intervalo de valores de distância detetados entre os dentes e os seus oponentes, foi necessário calibrar-se a escala para o mesmo intervalo de valores.

Recorreu-se assim ao *software* Zirkonzahn.Modellier™¹⁴ (versão 9540) e ajustou-se a escala de cores de cada registo oclusal, para que apenas fossem visualizados os contactos oclusais pertencentes ao intervalo de distância de 0mm a 0,1mm (<100µm),

¹⁴ Zirkonzahn, Tirol do Sul, Itália

considerando-se estes como os pontos de máximo contacto em PIM. Esta calibração tornou possível a comparação dos registos obtidos pelos diferentes IOS.

Após a calibração, realizou-se a contagem dos contactos oclusais (Figura 15) na arcada superior de toda a amostra, obtendo assim o número total de contactos oclusais máximos em PIM obtidos pelos IOS.

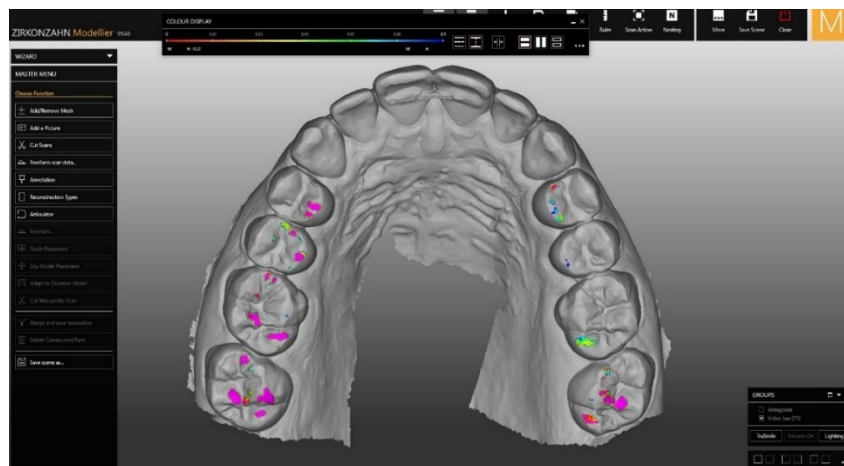


Figura 15-Seleção do intervalo de 0mm-0,1mm (<100 μ m na escala), sendo apenas visualizados os pontos de contacto dentro dessa distância no *software* Zirkonzahn.Modellier™

2.6.8 Obtenção do número de contactos oclusais através do papel de articulação

Ao realizar este procedimento com o papel de articulação teve-se os mesmos cuidados utilizados na pré-digitalização das arcadas da amostra pelos IOS. Para a obtenção de pontos de contacto precisos, foi utilizado um papel de articulação com uma espessura de 45 μ m, tendo sido este colocado de maneira uniforme sobre as superfícies oclusais secas, garantindo que não sofria nenhuma alteração de posição ou deslize durante a mordida do paciente. O paciente mordeu de forma natural e firme até alcançar a posição de intercuspidação máxima (PIM). A mordida em PIM foi realizada sem desvios laterais ou movimentos que pudessem interferir com a marcação dos pontos de contacto. Realizaram-se múltiplas tentativas para confirmar a consistência dos pontos de contacto marcados.

Foram ainda realizadas fotografias intraorais (Figura 16) das arcadas de cada paciente através de um espelho intraoral, aquecendo-se o espelho antes da sua utilização (este aquecimento pode ser realizado com água morna ou utilizando dispositivos de

aquecimento específicos), de forma a evitar o embaciamento, que pode comprometer significativamente a qualidade da imagem. O espelho foi posicionado de forma a estar o mais paralelo possível aos dentes que foram fotografados. O ângulo ideal é geralmente de 135 graus em relação ao eixo dos dentes, o que minimiza a distorção da imagem e permite uma melhor visualização dos pontos de contacto oclusais. Foi utilizada uma fonte de luz direta *Light Emitting Diodes* (LED) para iluminar adequadamente a área de interesse, evitando sombras e reflexos excessivos no espelho. A câmara foi colocada numa posição estável e focada para evitar imagens distorcidas e sem qualidade. Durante o procedimento, foi importante assegurar o conforto do paciente, minimizando ao máximo o tempo de abertura da boca. O espelho intraoral e todos os instrumentos utilizados foram devidamente esterilizados antes e após a utilização, prevenindo assim infeções cruzadas.

Posteriormente, realizou-se a contagem do número de contactos oclusais máximos, correspondentes às marcas mais densas e nítidas registadas nas fotografias intraorais. Esta contagem contou com o auxílio de um segundo operador experiente e foi repetida e registada novamente cerca de 15 dias depois.

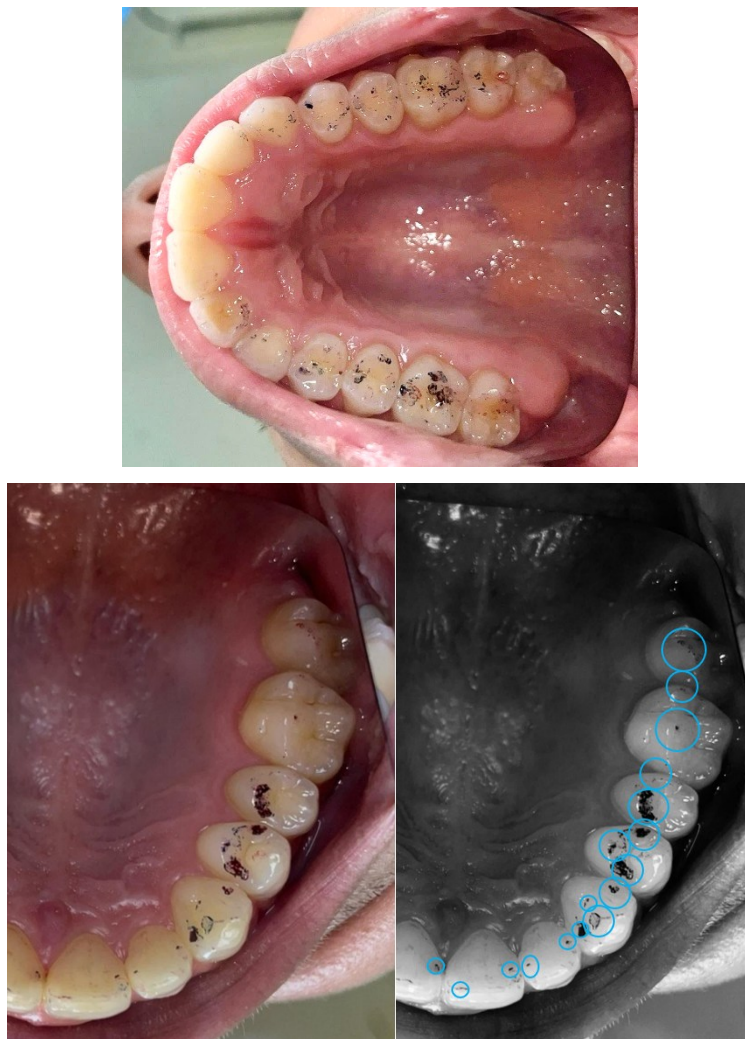


Figura 16-Contactos oclusais detetados pelo papel de articulação

2.6.9 Obtenção da área dos pontos de contacto máximos em PIM

Através do *software* Blender®¹⁵ (versão 4.1) (Figura 17), foi possível efetuar a interseção booleana da arcada superior com a inferior de cada modelo digital (Figura 18), obtendo assim os pontos de máximo contacto em PIM (Figura 19). Guardou-se a interseção, ou seja, os pontos de contacto, em formato STL.

¹⁵ Blender Foundation, Amesterdão, Países Baixos

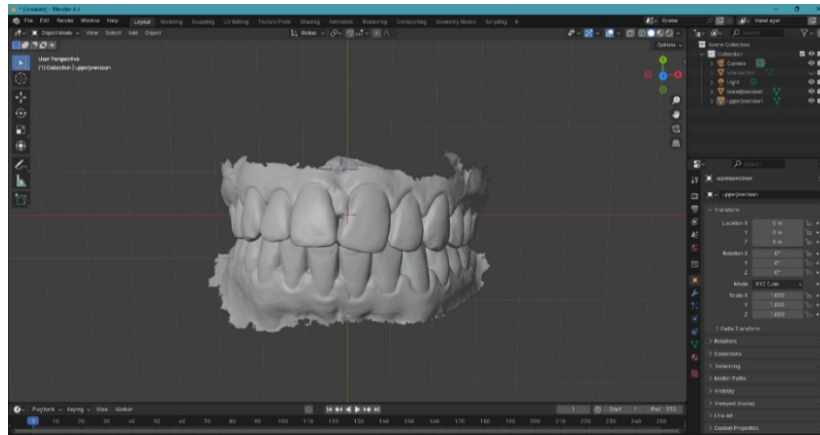


Figura 17-Modelo digital em relação intermaxilar no *software* Blender®

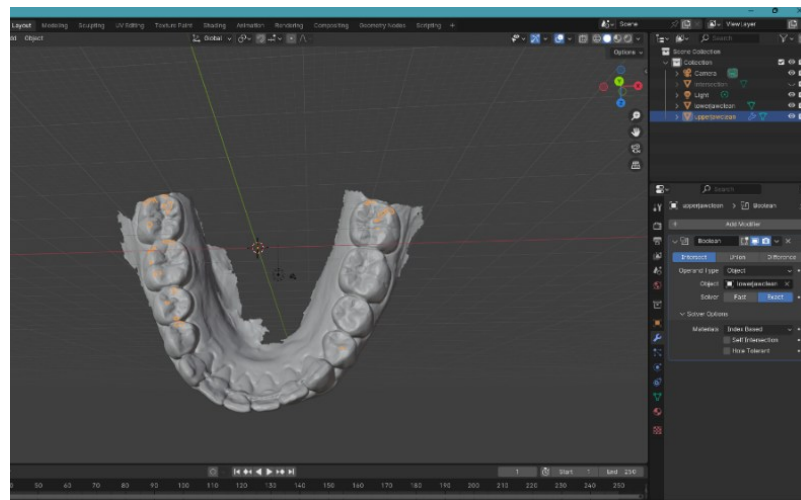


Figura 18-Interseção booleana das arcadas no *software* Blender®

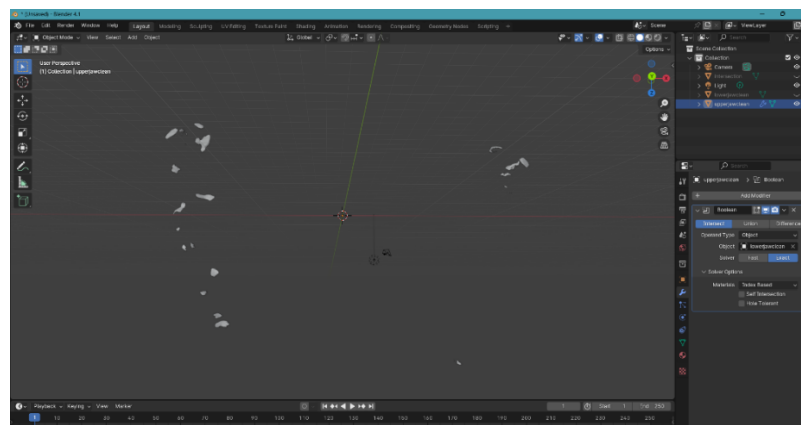


Figura 19-Obtenção dos pontos de contacto máximo em PIM no *software* Blender®

Importou-se o ficheiro dos pontos de contacto de cada registo e calculou-se a área desses pontos através do *software* Netfabb®¹⁶ (versão 7.4.0) (Figura 20).

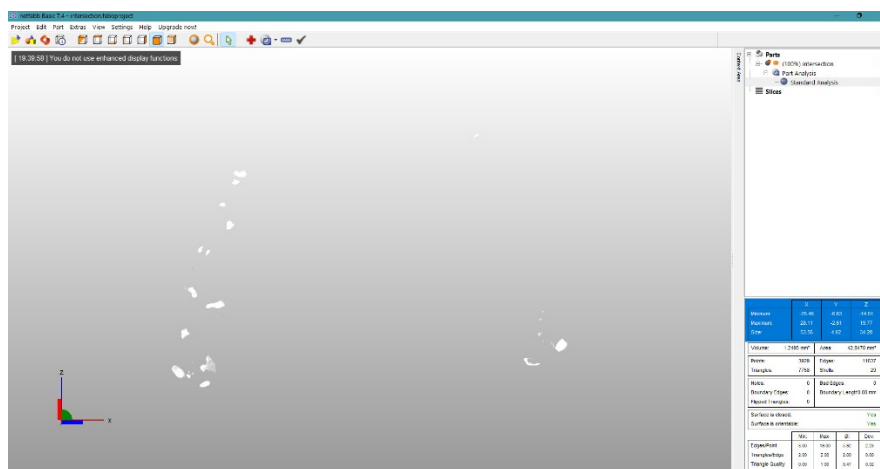


Figura 20-Cálculo da área dos pontos de máximo contacto em PIM no *software* Netfabb®

2.6.10 Calibração dos valores das áreas medidas pelos *scanners*

Foi realizada a medição da maior distância mesio-distal entre dois pontos no dente 11, em unidade de medida milímetro em cada um dos indivíduos da amostra. Esta medição foi realizada quer nos modelos de gesso, utilizando esta medida como referência do real, quer no modelo digital obtido por cada *scanner*. Nos modelos de gesso utilizou-se uma craveira digital (Figura 21) para realizar a medição, enquanto nos modelos digitais recorreu-se ao *software* Zirkonzahn.Modellier™.



Figura 21-Craveira digital

De forma a obter o valor real da área medida/detetada pelos IOS, utilizou-se a distância mesio-distal do dente 11 real (medida nos modelos de gesso), a distância mesio-distal do dente 11 obtida nos *scanners* através do *software* Zirkonzahn.Modellier™ e a

¹⁶ Autodesk, São Francisco, CA, EUA

área dos pontos de contacto medida nos IOS através do *software* Netfabb®. Assim, foi possível calibrar os valores das áreas obtidas nos IOS e comparar o desempenho dos *scanners* entre eles, na deteção dos contactos oclusais máximos em PIM, utilizando a seguinte equação:

$$\text{Área real} = \text{Área medida no IOS} \times \left(\frac{\text{Distância Mesiodistal real}}{\text{Distância Mesiodistal medida}} \right)^2$$

2.6.11 Determinação do Erro Intra examinador

De forma a aferir se existia reprodutibilidade ao nível da contagem realizada pelo operador do número de pontos de contacto em intercuspidação máxima pelos IOS e papel de articulação, realizou-se novamente a contagem do número de contactos oclusais máximos, correspondentes às marcas mais densas e nítidas registadas pelo papel de articulação através das fotografias intraorais e nos IOS, recorrendo aos ficheiros obtidos através do *software* Zirkonzahn.Modellier™. Esta contagem foi realizada 15 dias após a primeira e no caso do papel de articulação contou novamente com o auxílio de um segundo operador experiente.

Tendo sido avaliada a consistência da contagem do número de pontos de contacto da primeira para a segunda medição com recurso à análise estatística.

2.7. Questões da investigação

P1: Será que existe correlação entre o número dos pontos de contacto em intercuspidação máxima registados pelos diferentes IOS?

Hipótese nula (H0): Não existe uma correlação entre o número dos pontos de contacto em intercuspidação máxima registadas pelos diferentes IOS.

Hipótese alternativa (H1): Existe uma correlação entre o número dos pontos de contacto em intercuspidação máxima registadas pelos diferentes IOS.

P2: Será que existe correlação entre as áreas dos pontos de contacto em intercuspidação máxima registadas pelos diferentes IOS?

Hipótese nula (H0): Não existe uma correlação entre as áreas dos pontos de contacto em intercuspidação máxima registadas pelos diferentes IOS.

Hipótese alternativa (H1): Existe uma correlação entre as áreas dos pontos de contacto em intercuspidação máxima registadas pelos diferentes IOS.

P3: Será que existe uma correlação entre as áreas e o número de pontos de contacto em intercuspidação máxima detetados pelos IOS?

Hipótese nula (H0): Não existe correlação entre as áreas e o número de pontos de contacto detetados pelos diferentes IOS.

Hipótese alternativa (H1): Existe correlação entre as áreas e o número de pontos de contacto em intercuspidação máxima detetados pelos diferentes IOS.

2.8. Metodologia estatística

Os dados recolhidos foram analisados estatisticamente com recurso ao programa informático IBM® SPSS *Statistics*¹⁷ versão 29.0 para Mac. Recorreu-se ao teste de Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC) e ao Coeficiente de Correlação de Spearman (r) para analisar a consistência (confiabilidade) e correlação dos *scanners*, respetivamente. Os resultados foram apresentados de forma descritiva e inferencial com um limiar de significância de 5% ($p < 0.05$).

¹⁷ IBM, Chicago, EUA

III. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Resultados

Na Tabela 3, estão ilustrados os valores de consistência/reprodutibilidade da contagem do número de pontos de contacto da primeira para a segunda medição nos registos obtidos pelos diferentes *scanners* intraorais (IOS) e pelo papel de articulação. Quanto menor tiver sido o Coeficiente de Correlação Intraclasse obtido no equipamento, maior terá sido o erro intra-examinador cometido. Sendo que, o papel de articulação foi o que obteve menor Coeficiente de Correlação Intraclasse (ICC=0.675 e $p<0.011$) e intervalo de confiança a 95% mais amplo (IC=[0.122-0.908]). O que demonstra a falta de repetibilidade na contagem pelo operador utilizando este material. Tendo sido assim retirado do estudo devido ao seu elevado grau de variabilidade nos valores obtidos na contagem em comparação com os IOS.

Tabela 3-Determinação do erro intra-examinador através do Coeficiente de Correlação Intraclasse (* $p<0.05$).

	Coeficiente de correlação Intra classe (ICC)	Intervalo de confiança a 95%	Significância (p)
Papel de articulação	0.675	[0.122-0.908]	0.011*
iTero ¹⁸	0.997	[0.988-0.999]	<0.001*
CEREC ¹⁹	0.997	[0.987-0.999]	<0.001*
TRIOS ²⁰	0.996	[0.985-0.999]	<0.001*

Na tabela 4, pode-se observar os valores associados à correlação da consistência/reprodutibilidade obtida por parte do operador na realização da primeira contagem do

¹⁸ Align Technology, San Jose, CA, EUA

¹⁹ Dentsply Sirona, Charlotte, NC, EUA

²⁰ 3Shape, Copenhaga, Dinamarca

número de pontos de contacto nos registos obtidos pelos diferentes IOS e T-scan²¹™. Perante os valores obtidos, o Coeficiente de Correlação Intraclasse mais elevado, foi o da correlação entre o *scanner* CEREC® e o iTero™ (ICC=0.899 e $p<0.001$), com um intervalo de confiança a 95% (IC= [0.646-0.974]). Entre o TRIOS® e o iTero™ também se obteve um valor de consistência moderado e significativo (ICC=0.593 e $p=0.027$), enquanto o T-Scan™ obteve um Coeficiente de Correlação de Intraclasse sem significância (ICC= -0.115; $p=0.632$). Devido a esta falta de significância obtida, o T-scan™ foi afastado do estudo por não ser possível determinar a existência ou não de correlação deste dispositivo com os restantes.

Tabela 4-Valores que demonstram a correlação da consistência ou reprodutibilidade da primeira contagem entre os diferentes IOS através do Coeficiente de Correlação Intraclasse. (* $p<0.05$).

	iTero	CEREC	TRIOS	T-Scan III
iTero		ICC=0.899 IC= [0.646-0.974] ($p<0.001$) *	ICC=0.593 IC= [-0.014-0.881] ($p=0.027$) *	ICC=-0.115 IC= [-0.671-0.523] ($p=0.632$)
CEREC	ICC=0.899 IC= [0.646-0.974] ($p<0.001$) *		ICC=0.473 IC= [-0.181-0.837] ($p=0.071$)	ICC=-0.161 IC= [-0.696-0.488] ($p=0.682$)
TRIOS	ICC=0.593 IC= [-0.014-0.881] ($p=0.027$) *	ICC=0.473 IC=[-0.181-0.837] ($p=0.071$)		ICC=0.067 IC=[-0.558-0.643] ($p=0.422$)
T-Scan III	ICC=-0.115 IC= [-0.671-0.523] ($p=0.632$)	ICC=-0.161 IC= [-0.696-0.488] ($p=0.682$)	ICC=0.067 IC= [-0.558-0.643] ($p=0.422$)	

²¹ Klockner, Tekscan Inc., Boston, EUA

A Tabela 5 apresenta os valores do Coeficiente de Correlação de Spearman obtidos entre os diferentes *scanners* e o modelo de referência (de gesso) na medição méso-distal do dente 11. Deve-se ter em conta que os valores da medição méso-distal do dente 11 obtidos através dos *scanners* não estão calibrados para a medida real. O IOS que obteve uma maior correlação com o Modelo de referência foi o CEREC®, com um valor de Coeficiente de Correlação de Spearman, $r=0.976$ ($p<0.001$). Os *scanners* que demonstraram um maior nível de correlação entre eles, foram o iTero™ e o CEREC® com um valor de correlação elevado e significativo ($r=0.952$; $p<0.001$).

Tabela 5-Correlação dos IOS entre si e com o modelo de referência (de gesso) na medição mesio-distal do dente 11 através do Coeficiente de Correlação de Spearman. Os valores do modelo de gesso foram utilizados para a calibração dos valores das áreas obtidos nos IOS. (* $p<0.05$).

	iTero	CEREC	TRIOS	Modelo de Gesso
iTero		0.952 ($p<0.001$) *	0.879 ($p<0.001$) *	0.890 ($p<0.001$) *
CEREC	0.952 ($p<0.001$) *		0.903 ($p<0.001$) *	0.976 ($p<0.001$) *
3Shape TRIOS	0.879 ($p<0.001$) *	0.903 ($p<0.001$) *		0.933 ($p<0.001$) *
Modelo de Gesso	0.890 ($p<0.001$) *	0.976 ($p<0.001$) *	0.933 ($p<0.001$) *	

Na tabela 6 estão ilustrados os valores do Coeficiente de Correlação de Spearman obtidos ao relacionar os diferentes *scanners* quanto à deteção do número de pontos de contacto máximo ($<100\mu\text{m}$) em posição de intercuspidação máxima (PIM). Tanto o Coeficiente de Correlação de Spearman entre o TRIOS® com o iTero™ ($r=0.694$) como o do CEREC® e o iTero™ ($r=0.677$) foi moderado e significativo ($p<0.05$).

Tabela 6-Correlação entre os IOS na detecção do número de pontos de contacto (<100µm) em posição de intercuspidação máxima (PIM) na primeira contagem recorrendo ao Coeficiente de Correlação de Spearman. (* $p<0.05$).

Pontos de contacto	iTero	CEREC	TRIOS
iTero		0.677 $p=0.032^*$	0.694 $p=0.026^*$
CEREC	0.677 $p=0.032^*$		0.335 $p=0.343$
TRIOS	0.694 $p=0.026^*$	0.335 $p=0.343$	

Na tabela 7 estão ilustrados os valores do Coeficiente de Correlação de Spearman obtidos ao relacionar os diferentes *scanners* entre si quanto à detecção das áreas (valores já calibrados) dos pontos de máximo contacto em PIM. O único coeficiente de correlação significativo obtido foi entre o TRIOS® e o iTero™, $r=0.721$ ($p=0.019$), tendo sido este elevado.

Tabela 7-Correlação dos IOS entre si no que diz respeito à deteção das áreas dos pontos de contacto máximos em PIM através do Coeficiente de Correlação de Spearman. (* $p < 0.05$).

Áreas	iTero	CEREC	TRIOS
iTero		0.491 $p=0.150$	0.721 $p=0.019^*$
CEREC	0.491 $p=0.150$		0.491 $p=0.150$
TRIOS	0.721 $p=0.019^*$	0.491 $p=0.150$	

Na tabela 8, pode-se observar os valores obtidos do Coeficiente de Correlação de Spearman, utilizado para avaliar a correlação entre as áreas e os pontos de máximo contacto em PIM, nos diferentes IOS. O *scanner* em que se detetou o maior nível de correlação entre as áreas e o número de pontos de contacto medidos, foi no CEREC® com um coeficiente de correlação de Spearman ($r=0.709$ e $p < 0.05$) moderado a elevado e significativo.

Tabela 8-Correlação entre as áreas e o número de pontos de contacto nos diferentes IOS (utilizando apenas os valores da primeira medição do número de pontos de contacto) através do Coeficiente de Correlação de Spearman. (* $p < 0.05$).

Áreas//Pontos de contacto	iTero	CEREC	TRIOS
Coeficiente de correlação	0.683	0.709	0.323
Significância (p)	0.029*	0.022*	0.362

3.2. Discussão

3.2.1. Escolha da investigação

A identificação precisa dos contactos oclusais é crucial para garantir o equilíbrio funcional, o conforto do paciente e a longevidade dos tratamentos dentários. Problemas relacionados com o ajuste inadequado dos contactos oclusais podem originar sinais e sintomas como desgaste dentário, disfunção temporomandibular (DTM), sensibilidade dentária, entre outros (Dzingutė et al., 2017).

A utilização de IOS na prática dentária tem-se tornado cada vez mais frequente, substituindo gradualmente os métodos convencionais de impressão. Estes equipamentos aliados à tecnologia “*Computer-aided design/ Computer-aided manufacturing*” (CAD/CAM) permitem a criação de modelos tridimensionais, dispositivos ortodônticos e próteses de forma rápida e precisa (Hernández-Ovies et al., 2023). Diversos estudos avaliam o desempenho dos IOS em comparação com os métodos convencionais, relatando alguma subjetividade e variabilidade nos resultados obtidos (Bostancioğlu et al., 2021).

Uma questão central e ainda pouco investigada é a precisão e a confiabilidade dos IOS na deteção de contactos oclusais em PIM, que são essenciais para garantir um ajuste correto das arcadas, restaurações e próteses. Porém, não existe um método universalmente aceite como *gold standard* com a exatidão e reprodutibilidade necessária do registo oclusal e que permita ser utilizado como referência na avaliação da eficácia dos IOS (Manziuc et al., 2024).

Um registo oclusal fiel ao real permite identificar com precisão a relação de mordida, o que é essencial para um diagnóstico ortodôntico correto. A utilização de ferramentas de análise digital pode melhorar a precisão na avaliação das forças oclusais e da distribuição dos contactos oclusais (Trpevska et al., 2014). Permite ainda oferecer um tratamento personalizado, nomeadamente prever e planear a disposição dos alinhadores e aparelhos ortodônticos, garantindo assim movimentos dentários adequados (Botsford et al., 2019).

Assim, este estudo contribuirá com dados científicos significativos para o estudo da integração dos *scanners* intraorais em consultório, fornecendo evidências acerca da sua

utilidade e confiabilidade em situações *in vivo*. Além disso, demonstra o interesse dos profissionais desta área em proporcionar tratamentos mais personalizados, precisos e eficientes, alinhados com as necessidades funcionais e de conforto dos seus pacientes.

3.2.2. Escolha do método de investigação

3.2.2.1 Seleção da amostra

A seleção dos participantes que constituíram a amostra, foi realizada através de um método de amostragem por conveniência, permitindo uma fácil recolha de dados e participação dos alunos disponíveis e dispostos a colaborar no estudo.

Todos os participantes pertenciam a uma faixa etária homogénea, compreendida entre os 22 e os 24 anos, o que assegura uma consistência relativa no perfil etário da amostra. Em termos de distribuição de sexo, 20% dos participantes eram do sexo masculino e os restantes 80% do sexo feminino. Esta diferença na representação de género reflete a tendência demográfica do curso de Medicina Dentária, que é frequentado por um maior número de estudantes do sexo feminino. Assim, a composição da amostra permitiu realizar uma análise representativa do contexto em que os alunos se inserem.

3.2.2.2 Seleção dos *scanners* intraorais, T-Scan™ III e Papel de articulação

Neste estudo, foram selecionados quatro *scanners* intraorais utilizados em diversas especialidades da Clínica Universitária Egas Moniz, tendo em conta as diferentes propriedades de cada dispositivo. Esta diversidade de *scanners* permitiu realizar uma análise abrangente das vantagens e limitações de cada um dos IOS, relativamente ao seu funcionamento em ambiente clínico e desempenho na aquisição de dados. Os IOS selecionados foram: CEREC Primescan® AC; iTero Element™ Plus, Planmeca²² Emerald™ S e TRIOS® 5.

O *scanner* CEREC® utiliza uma tecnologia ótica de triangulação ativa e microscopia confocal, enquanto o iTero™ e o TRIOS® utilizam a microscopia confocal

²² Planmeca, Helsínquia, Finlândia

paralela. Já o Planmeca™ incorpora várias tecnologias de luz estruturada (Logozzo et al., 2014)

A seleção dos *scanners* e a tecnologia ótica associada desempenham um papel fundamental na precisão e fiabilidade dos resultados obtidos em estudos. Diferentes IOS apresentam níveis variados de precisão, influenciados por fatores como a tecnologia de imagem, qualidade de varredura e algoritmos de *software* (Chinam et al., 2023). Estas diferenças são relevantes para a interpretação dos dados em estudos *in vivo*, onde a escolha do dispositivo pode influenciar significativamente os resultados.

Existem vários estudos que investigam o rigor e desempenho dos IOS na digitalização de modelos em condições *in vitro*, tal como o estudo de Amornvit et al, (2021) em que utilizam dez IOS diferentes, desenvolvidos entre 2015 e 2020, inclusive o iTero™, TRIOS® e o Planmeca Emerald™ S para digitalizar um modelo dentário impresso em três dimensões (3D). Porém, estão descritos na literatura poucos estudos que avaliam o desempenho destes dispositivos no registo oclusal em condições *in vivo*.

Embora ainda não exista consenso sobre o método de referência para análise oclusal, o papel de articulação continua a ser o mais utilizado na avaliação e comparação de novos dispositivos digitais e segundo várias fontes, este é relatado como ideal para guiar e analisar o alinhamento oclusal (Okeson, 2019). Vários estudos afirmaram que os IOS registaram um número semelhante de contactos oclusais em comparação com o papel de articulação, devido à elevada precisão das imagens oclusais 3D em relação à avaliação intraoral subjetiva dos contactos oclusais (Revilla-León et al., 2022). No entanto, não se chegou a um consenso quanto ao método de referência na análise da relação oclusal, sendo que o papel de articulação continua a ser o mais utilizado, apesar das variáveis externas que podem induzir erros como a saliva, a sequência de mordida e o nível de pressão dos contactos dentários que podem resultar em falsos negativos ou positivos e que são avaliados subjetivamente pelo clínico (Da Silva Martins et al., 2014).

Porém, segundo um estudo realizado por Thejashree et al., (2023) a maioria dos registos oclusais realizados com papel de articulação não foram consistentes com os obtidos pelo T-Scan™ e, por conseguinte, foi referido que a utilização de papel de articulação por si só não era suficiente para realizar uma análise oclusal precisa. No estudo de Buduru et al. (2019) comparou-se três técnicas em pacientes (papel de

articulação, *scanner* intraoral e T-Scan™), não obtendo diferenças significativas entre o papel de articulação e os IOS, tendo apenas o T-Scan™ revelado interferências e discrepâncias oclusais. Por outro lado, no estudo realizado por Manziuc et al., (2024) ambos os sistemas digitais detetaram contactos oclusais semelhantes, mas o papel de articulação de 40µm detetou mais contactos globais do que qualquer um dos dispositivos digitais, particularmente nas áreas posteriores. Pode-se assim concluir que existem resultados muito heterogêneos em relação ao desempenho destes dispositivos.

Assim, recorreu-se ao papel de articulação e ao T-Scan™ III com o objetivo de utilizá-los como referência na comparação do desempenho dos IOS, dado que estes equipamentos estão bastante estudados e descritos na literatura como sendo especializados na deteção dos contactos oclusais.

3.2.2.3 Processo de Digitalização

Para um estudo mais fiável, as primeiras semanas de digitalizações não foram contabilizadas para a análise, para que o operador pudesse adquirir experiência prática. Assim, apenas se contabilizaram as digitalizações realizadas após estas semanas de prática, tendo sido estas realizadas numa única semana, de forma a reduzir o viés e aumentar a precisão dos resultados. Dado que a precisão é afetada pela habilidade e experiência do operador, anatomia do paciente e tecnologia de *scanner*, existe a necessidade de praticar e compreender o equipamento (Alkadi, 2023).

As impressões digitais com os diferentes IOS seguiram uma ordem definida aleatoriamente, de forma a evitar que o operador acumulasse erros sistemáticos proveniente da repetição do mesmo procedimento, podendo assim induzir viés nos resultados. Foi-se registando todos os dados obtidos e garantiu-se que toda a amostra era digitalizada de forma equitativa pelos diferentes *scanners*. Manteve-se o protocolo de digitalização em toda a amostra, variando apenas a técnica em *scanners* cujo fabricante recomendava uma sequência de digitalização diferente. Porém, a técnica utilizada foi homogênea em toda a amostra. Assim, foi possível garantir a consistência e reprodutibilidade dos resultados obtidos.

Dado que se realizou uma digitalização para cada indivíduo utilizando cada um dos diferentes IOS, obteve-se 40 modelos digitais. Destes 40 modelos descartaram-se dez

provenientes do *scanner* Planmeca™, dado que o registo intermaxilar não ficou com a devida orientação das arcadas em relação intermaxilar devido a problemas associados ao *software*.

3.2.2.4 Obtenção do número de pontos de contacto oclusal máximos em PIM

É importante referir que esta contagem foi realizada numa única digitalização dos pontos de contacto por indivíduo obtida pelos diferentes dispositivos, avaliando o desempenho do operador na detecção e contagem destes pontos e não diretamente o desempenho dos *scanners* e do papel de articulação. Porém, dado que foi utilizado sempre o mesmo protocolo pelo operador, é possível extrapolar os resultados obtidos para avaliar o desempenho dos dispositivos, porém não deixa de possuir algum tipo de subjetividade.

A nível do papel de articulação, a contagem dos pontos de contacto foi realizada através de fotografias intraorais e recorreu-se a um segundo operador experiente que verificasse a contagem realizada, o que permitiu identificar e discutir discrepâncias, permitindo assim corrigir possíveis erros e consolidar os resultados (Gwet, 2014). Permitiu ainda identificar padrões de erro e áreas que necessitam de maior padronização. Estes cuidados foram fundamentais para garantir a precisão da contagem (Kottner et al., 2011).

A diferença de espessura entre o sensor do T-Scan™ e o papel de articulação e, a técnica distinta de obtenção dos contactos oclusais pelos IOS, levou a uma falta de padronização dos métodos. Além disso, a existência de subjetividade associada a erros na interpretação dos dados pelo operador, por exemplo das marcas de tinta do papel de articulação e que é relatada em alguns estudos na literatura (Basson et al., 2020). No entanto, para limitar este viés tanto no T-Scan™ como no papel de articulação foi contabilizado qualquer contacto visível, pelo que a intensidade do contacto não influenciou a decisão.

Nos IOS dado que cada *scanner* tem uma escala de cores distinta e calibrada para valores de distância diferentes, recorreu-se ao *software* Zirkonzahn.Modellier™²³ (versão 9540) para que apenas fossem visualizados os pontos de máximo contacto (inferiores a

²³ Zirkonzahn, Tirol do Sul, Itália

100 µm) em PIM. Segundo Shrout & Fleiss, (1979) garantir a calibração adequada dos instrumentos é essencial para evitar erros técnicos.

De forma a evitar o viés intra-operador em contagens, foi crucial garantir a validade e a confiabilidade dos resultados. Realizar contagens múltiplas em momentos diferentes ajuda a identificar discrepâncias e reduzir a influência de erros ocasionais, tendo sido assim introduzido um intervalo de tempo entre contagens de 15 dias, permitindo minimizar a fadiga e melhorar a precisão de contagem (Gwet, 2014).

3.2.2.5 Comparação do número de contactos oclusais obtidos pelos *scanners* com os obtidos pelo T-Scan™ e Papel de articulação

Inicialmente, o objetivo seria comparar o número total de pontos de contacto de cada indivíduo nos diferentes IOS com os valores de referência detetados pelo papel de articulação e T-Scan III™, permitindo assim avaliar a eficácia dos diferentes *scanners* em comparação com estes métodos.

No estudo realizado por Solaberrieta et al, (2017) obtiveram registos oclusais através do T-Scan™ e *scanners* intraorais (3Shape® TRIOS), utilizando um alinhador produzido em plástico (acrilonitrilo, butadieno e estireno) com um sistema operativo booleano, assegurando a igualdade do tamanho da arcada obtido com os dois sistemas. No entanto, como a sobreposição das arcadas foi efetuada manualmente, concluiu-se que a comparação dos pontos de contacto não poderia ser objetiva. Assim, no presente estudo, assegurou-se que os modelos digitais importados para o sistema que realizava a interseção booleana das arcadas, se encontravam na posição de intercuspidação máxima adequada e de acordo com a que foi registada pelos IOS. Apesar disto, o facto de os sistemas digitais analisados utilizarem diferentes tecnologias, não permitindo detetar a pressão ou força exercida e os parâmetros do código de cores variarem entre eles, induziu alguma subjetividade ao estudo.

De acordo com o estudo de Bostancıoğlu et al., (2021) o T-Scan™ mostrou maior sensibilidade no diagnóstico de contactos oclusais leves e apertados, em comparação com o CEREC® Omnicam, que teve uma boa sensibilidade na avaliação dos contactos dentários apertados. Pelo contrário, nesta investigação verificou-se um maior número de

contactos detetados pelo CEREC® do que pelo T-Scan™, o que pode dever-se ao intervalo de distância de deteção escolhido.

Para além disso, observou-se uma variabilidade muito elevada na contagem do número de pontos de contacto detetados através do papel de articulação da primeira para a segunda medição. Tendo sido este afastado do estudo, devido a essa variabilidade de interpretação inter e intra-examinador.

A nível do T-scan™ III não foi possível calcular o erro intra-examinador da primeira para a segunda medição, dado que este dispositivo não estava disponível 15 dias depois. Porém, dado que o número de pontos de contacto obtido foi bastante diferente do obtido através dos IOS, decidiu-se retirar o T-scan™ do estudo, pois não se obtiveram valores de correlação significativos.

3.2.2.6 Obtenção e medição da área correspondente ao conjunto de pontos de contacto oclusais máximos em PIM

A obtenção de dados foi realizada com o auxílio do *software* Netfabb®²⁴, que efetuou uma análise 3D detalhada das superfícies oclusais, permitindo uma medição precisa da área de superfície e pontos de contacto oclusais obtidos pelos IOS (Ryakhovsky, 2021). Este *software* também é referido como a ferramenta escolhida para análises semelhantes nos estudos de Koenig et al. (2022) e Szymor et al. (2015).

Um *software* de medição de área tridimensional é essencial para a análise de superfícies complexas como a dos pontos de contacto oclusais em modelos digitais. Através de coordenadas espaciais precisas (eixos X, Y, Z) e algoritmos avançados, este *software* é capaz de calcular áreas e volumes com elevada exatidão, permitindo comparações detalhadas entre diferentes modelos (Goldstein, 2023)

Tanto os registos do papel de articulação como os do T-Scan™ não foram utilizados para o cálculo das áreas oclusais. Para além da elevada variabilidade dos números detetados por estes dispositivos em relação aos dos IOS, tanto as fotografias intraorais como os relatórios obtidos no T-Scan™ eram imagens bidimensionais (2D), o que não

²⁴ Autodesk, São Francisco, EUA

estaria em concordância com as imagens obtidas pelos IOS. O formato do ficheiro obtido pelo T-Scan™, *Standard Tessellation Language* (STL), pode ser visualizado em 3D num sistema de imagiologia intraoral, porém este pode não apresentar as mesmas dimensões que as fornecidas pelo sistema T-Scan™. No estudo de Solaberrieta et al, (2017) a imagem da arcada 3D obtida em formato STL do sistema CEREC® foi transferida para o programa T-Scan™, mas foi determinado que as dimensões eram incompatíveis e a padronização não era possível devido à sobreposição manual das imagens.

Assim, apenas foram correlacionadas as áreas detetadas pelos diferentes IOS.

3.2.3. Discussão dos resultados

Na Tabela 3, foi avaliado o erro intra examinador, através da consistência associada às contagens do número de pontos de contacto nos diferentes dispositivos pelo operador numa primeira e segunda medição. Sendo que, o papel de articulação foi o que demonstrou menor coeficiente de correlação Intraclasse (ICC=0.675), o que revela uma elevada variabilidade e um baixo nível de repetibilidade da primeira para a segunda medição. Este valor foi significativo ($p<0.011$), o que revela que não foi fruto do acaso e o intervalo de confiança a 95% obtido foi muito disperso (IC= [0.122-0.908]) suportando assim a elevada variabilidade detetada. Assim, foi necessário descartar o papel de articulação como elemento de referência para a realização da comparação com os dispositivos digitais. Sendo que, se o mesmo operador realizasse uma repetição da contagem iria obter valores diferentes, não sendo possível obter um valor real fiável e de referência. Segundo Qadeer et al. (2012) a maior parte da área da marca provocada pelo papel de articulação resulta de outros fatores não relacionados com a força oclusal aplicada, não sendo esta marca um indicador confiável da força oclusal aplicada, para orientar os ajustes oclusais durante um tratamento.

Em relação aos outros dispositivos avaliados, o nível de consistência/reprodutibilidade foi alto, devido aos elevados coeficientes de correlação intraclasse obtidos. Todos os coeficientes foram significativos ($p<0.001$) e apresentaram um intervalo de confiança a 95% estreito, revelando uma baixa variabilidade dos valores obtidos entre a primeira e segunda contagem. Assim, os valores altos de ICC indicaram uma confiabilidade intraoperador aceitável. Segundo os resultados obtidos no estudo de Wei et al. (2024), onde se comparou a confiabilidade dos contactos oclusais registados

com recurso a IOS e ao papel de articulação, os contactos oclusais registados pelos dois métodos não corresponderam e mostraram baixa concordância, destacando a falta de um método preciso para o registo dos contactos oclusais. Já a confiabilidade obtida pelo IOS foi significativamente maior em comparação com a obtida no papel de articulação, apesar das variações observadas devido aos diferentes métodos de digitalização dos IOS. Corroborando assim os resultados obtidos.

Na Tabela 4, foi avaliada a consistência entre os *scanners*, associada apenas à primeira contagem realizada pelo operador do número de pontos de contacto nos diferentes dispositivos. O coeficiente de correlação Intraclasse mais elevado, ou seja, mais consistente foi o da correlação entre o *scanner* CEREC® e o iTero™ (ICC=0.899 e $p<0.001$), sendo este um valor elevado, consistente e com menor variabilidade de valores obtidos da contagem, devido ao estreito intervalo de confiança a 95% (IC=[0.646-0.974]). Entre o TRIOS® e o iTero™ também se obteve um valor de consistência moderado e significativo (ICC=0.593 e $p=0.027$), indicando que houve uma consistência no valor obtido da primeira contagem dos pontos de contacto entre o TRIOS® e o iTero™.

O T-Scan™ obteve um coeficiente de correlação de Intraclasse muito diferente em comparação com os outros *scanners*. O que indica que houve uma falta de consistência em relação aos outros *scanners*. Assim, foi decidido retirar o T-Scan™ deste estudo, pois não seria possível obter valores estatísticos significativos utilizando este dispositivo. Este resultado não foi uniforme com os relatados na literatura pois, no estudo de Ayuso-Montero et al. (2019), foram obtidos valores de confiabilidade baixos nos IOS a nível da digitalização dos contactos oclusais, enquanto o T-scan™ obteve valores superiores. Também o estudo de Bostancıoğlu et al. (2021) concluiu que o T-Scan™ foi superior na análise oclusal em comparação com o *scanner* CEREC®.

A Tabela 5 apresenta os resultados da correlação de Spearman entre os diferentes IOS e o modelo de referência utilizado para a medição méso-distal do dente 11. Todos os *scanners* mostraram correlações fortes, positivas e significativas, indicando que, apesar das variações, existe uma tendência similar ou de evolução no mesmo sentido.

Os valores destas medições foram utilizados na calibração dos valores das áreas obtidas pelos *scanners*, de forma a que fosse possível correlacionar os IOS quanto à sua capacidade na detecção das áreas dos pontos de contacto em PIM.

No estudo de Müller, et al. (2016), foi demonstrado que diferentes estratégias de digitalização e diferentes IOS apresentaram uma forte correlação na precisão das suas medições quando comparados com as do modelo de referência, sugerindo consistência nas medições, o que corrobora os resultados obtidos.

Na tabela 6 verifica-se duas correlações moderadas e significativas entre *scanners* na medição do número de pontos de contacto máximos em intercuspidação máxima. Uma delas entre o CEREC® e o iTero™ ($r=0.677$ e $p<0.05$) e outra entre o TRIOS® e o iTero™ ($r=0.694$ e $p<0.05$). Ou seja, à medida que o número de pontos de contacto detetados por um *scanner* aumenta, há uma tendência para que o outro *scanner* também detete um maior número de pontos. Apesar de não ser uma correlação alta, sugere uma consistência razoável entre os *scanners* em detetar os pontos de contato em intercuspidação máxima.

Assim, para responder ao problema um (P1): Será que existe correlação entre o número dos pontos de contacto em intercuspidação máxima registadas pelos diferentes IOS? A hipótese alternativa H1 não pode ser aceite na totalidade, pois não se verificou uma correlação entre todos os *scanners* na deteção de pontos de contacto. Tendo sido o maior valor de correlação verificado entre o *scanner* TRIOS® e o iTero™. O estudo de Gintaute et al. (2020) corrobora os nossos resultados, pois os registos oclusais de três IOS (CEREC®, TRIOS® e Planmeca™) demonstraram superfícies de contactos oclusais significativamente diferentes, não obtendo assim um número idêntico de pontos de contacto entre *scanners*.

Na tabela 7, o valor de correlação obtido ao relacionar os diferentes *scanners* quanto à deteção das áreas dos pontos de máximo contacto em PIM foi baixo e, houve apenas um único valor significativo e moderado entre o TRIOS® e o iTero™ ($r=0.721$; $p<0.05$), o que revela uma tendência e comportamento similar entre estes *scanners*.

No estudo de Park et al. (2018) foi observada uma discrepância considerável na deteção de contactos oclusais ao comparar diferentes *scanners* intraorais. Os autores sugerem que os algoritmos de processamento de imagem e as estratégias de digitalização de cada *scanner* influenciam os resultados, resultando em inconsistências que dificultam a utilização de diferentes *scanners* para o mesmo paciente. A variação deve-se, em parte, ao processamento de imagem específico de cada *software* associado a cada *scanner*,

levando a uma falta de uniformidade nos dados gerados. Esta diferença nos valores das distâncias mesio-distais para as áreas deve-se à acumulação de viés que não é quantificável, também devido a *softwares* utilizados para a obtenção das áreas. Sendo assim, é possível observar que das distâncias mesio-distais para as áreas houve uma degradação ou uma diminuição dos valores. É importante referir ainda que, na análise das distâncias havia um valor de referência do modelo real.

Respondendo ao problema dois (P2): Será que existe correlação entre as áreas dos pontos de contacto em intercuspidação máxima registadas pelos diferentes IOS? A hipótese alternativa H1 também não pode ser totalmente aceite, pois só se verificou uma correlação nas áreas dos pontos de contacto entre o TRIOS® e o iTero™.

A tabela 8 reúne os valores da correlação entre as áreas e o número de pontos de contacto obtidos nos diferentes *scanners* intraorais, utilizando apenas os valores da primeira contagem do número de pontos de contacto. Foi possível detetar que o CEREC® obteve o valor de coeficiente de correlação de Spearman mais elevado e significativo, o que indica que tendencialmente quanto mais pontos de contactos são detetados maior é a área obtida e vice-versa. O *scanner* iTero™ também apresentou um valor de correlação moderado e significativo, $r=0.683$ ($p<0.05$) com uma tendência de evolução similar ao CEREC®. Não foram encontrados estudos na literatura que correlacionassem as áreas com o número de pontos de contacto detetados pelos IOS.

Assim, para responder ao problema três (P3): Será que existe uma correlação entre as áreas e o número de pontos de contacto em intercuspidação máxima detetados pelos IOS? Não foi possível aceitar na totalidade a hipótese alternativa H1, pois no TRIOS® não se verificou uma correlação entre as áreas e o número de pontos de contacto em intercuspidação máxima.

É importante referir que tanto o método de obtenção e cálculo das áreas como o método de contagem do número de pontos de contacto em intercuspidação máxima foi diferente, o que confere alguma subjetividade e variabilidade a estes valores.

3.2.4. Limitações do estudo

As limitações na captura digital de superfícies dentárias estão principalmente ligadas à complexidade anatômica, que pode comprometer a precisão dos *scanners*

intraorais. A morfologia dos dentes, juntamente com variações de textura e reflexividade, iluminação além de fatores como a presença de saliva, dificultam a obtenção de imagens precisas (Flügge et al., 2013; Mangano et al., 2017)

O estudo discutido apresenta desafios como a subjetividade e variabilidade na análise dos registos oclusais, que resultou na exclusão de técnicas como o papel de articulação e o T-Scan III™. Num próximo estudo seria importante recorrer a um *software* de análise de imagem que permitisse detetar os pontos de contacto e padronizar a amostra, de forma a obter resultados com maior rigor e objetividade.

Outra limitação foi a não realização de múltiplas digitalizações por paciente, o que impediu avaliar a reprodutibilidade dos *scanners* (Mangano et al., 2017). Adicionalmente, a experiência e a prática do operador também foram determinantes, sendo que profissionais menos experientes podem gerar/obter resultados com menor precisão devido a dificuldades na utilização do *scanner* e na interpretação dos dados obtidos (Alkadi, 2023)

Outros desafios técnicos envolvem a variação dimensional da imagem entre diferentes *scanners* observado na sobreposição de arcadas, revelando discrepâncias, especialmente nos dentes anteriores, o que sugere uma necessidade de melhoria nos algoritmos de processamento de imagem e nos métodos de reconstrução 3D para alcançar resultados mais consistentes. A obtenção de uma digitalização precisa em regiões posteriores ou áreas de difícil acesso na cavidade oral também constituiu um desafio, inclusive na obtenção dos contatos oclusais.

Por fim, a literatura destaca que a posição dos arcos dentários durante a digitalização pode introduzir discrepâncias nos pontos de contacto registados, especialmente em situações onde não se atinge uma oclusão estável e correta (Kim et al., 2021). A adaptação do *software* às variações dinâmicas da oclusão ainda está em desenvolvimento, e a literatura recente sugere que futuras melhorias na precisão dependem de avanços nestas áreas.

3.2.5. Recomendações para futuras investigações

Embora os *scanners* intraorais ainda estejam numa fase inicial da sua evolução, estes já demonstraram um grande potencial. As impressões digitais podem ser utilizadas

como ponto de partida para a produção de diversos dispositivos ortodônticos, realização de planos de tratamento e de reabilitações orais.

Assim, em investigações futuras sugere-se:

- Avaliar a precisão, exatidão e reprodutibilidade de múltiplos *scanners* intraorais na digitalização de arcadas completas e registos oclusais numa amostra com maiores dimensões;
- Identificar um método que permita calibrar os dados obtidos utilizando técnicas de digitalização diferentes;
- Avaliar fatores ou características gerais e individuais do paciente, responsáveis pelo aparecimento de viés na reprodutibilidade dos *scanners* avaliados;
- Comparar e correlacionar a precisão obtida pelos diferentes *scanners* com a de materiais de impressão convencionais;
- Comparar os resultados obtidos entre clínicos com diferentes níveis de experiência.

É assim necessário, realizar mais estudos e investigações neste sentido para que os Médicos Dentistas possam interpretar corretamente os dados, avaliar e comparar as evidências existentes, de forma a terem uma opinião atualizada, objetiva e cientificamente suportada.

IV. CONCLUSÃO

Na literatura atual, é possível identificar investigações que avaliam a eficácia dos *scanners* intraorais na digitalização de arcadas dentárias. Estudos recentes, porém, escassos, abordam o desempenho dos *scanners* intraorais na detecção de contactos oclusais, sendo que é detetada uma variabilidade e subjetividade associada aos resultados entre os vários modelos e fabricantes. Assim, a avaliação da precisão e confiabilidade dos *scanners* na detecção de contactos oclusais representa um importante objeto de estudo transversal a inúmeras áreas da Medicina Dentária.

Deste modo, é possível concluir com este estudo que:

- O *scanner* iTero²⁵™ demonstrou uma correlação moderada na detecção do número de pontos de contacto com o CEREC²⁶® e com o TRIOS²⁷®. Porém, esta correlação não se verificou entre o CEREC® e o TRIOS®.
- Ao nível das áreas dos contactos oclusais máximos, apenas se verificou uma correlação significativa moderada entre o iTero™ e o TRIOS®.
- Detetou-se ainda uma correlação entre as áreas e os pontos de contacto no iTero™ e no CEREC®, o que não se verificou para o *scanner* TRIOS®.
- Tanto na utilização de métodos convencionais como de métodos digitais, surgiram limitações e desafios associados à elevada variabilidade dos valores obtidos;
- O facto de os *scanners* possuírem escalas de calibração, *softwares* e técnicas de detecção de imagem diferentes introduz alguma subjetividade nos resultados obtidos;
- Existem variáveis externas, dado tratar-se de um estudo *in vivo* que podem interferir com a precisão na detecção por parte dos *scanners*, sendo algumas destas variáveis não quantificáveis.

Embora a digitalização intraoral demonstre potencial e contribua para uma maior eficiência clínica, ainda é necessário investigar e ultrapassar as limitações atuais,

²⁵ Align Technology, San Jose, CA, EUA

²⁶ Dentsply Sirona, Charlotte, NC, EUA

²⁷ 3shape, Copenhaga, Dinamarca

associadas à variabilidade e subjetividade introduzidas pelo fluxo digital. Neste âmbito, a compreensão das diferenças no funcionamento e desempenho entre *scanners* por parte do Médico Dentista é crucial para a seleção do dispositivo mais adequado à situação clínica.

V. BIBLIOGRAFIA

- Abdulateef, S., Edher, F., Hannam, A. G., Tobias, D. L., & Wyatt, C. C. L. (2020). Clinical accuracy and reproducibility of virtual interocclusal records. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *124*(6), 667–673.
- Aguilar, M. L., Elias, A., Vizcarrondo, C. E. T., & Psoter, W. J. (2010). Analysis of three-dimensional distortion of two impression materials in the transfer of dental implants. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *103*(4), 202–209.
- Ahmed, S., Abeer Mohammed Hawsah, Rustom, R., Abeer Ayiad Alamri, Sameer Althomairy, Maha Abdullah Alenezi, Shaker, S. M., Alrawsaa, F. A., Althumairy, A., & Alteraigi, A. A. (2024). Digital Impressions Versus Conventional Impressions in Prosthodontics: A Systematic Review. *Cureus*, *16*(1), e51537.
- Akdeniz, B. S., Aykaç, V., Turgut, M., & Çetin, S. (2022). Digital dental models in orthodontics: A review. *Journal of Experimental and Clinical Medicine*, *39*(1), 250–255.
- Alkadi, L. (2023). A Comprehensive Review of Factors That Influence the Accuracy of Intraoral Scanners. *Diagnostics*, *13*(21), 3291.
- Amornvit, P., Rokaya, D., & Sanohkan, S. (2021). Comparison of Accuracy of Current Ten Intraoral Scanners. *BioMed Research International*, *2021*, 1–10.
- Ayuso-Montero, R., Mariano-Hernandez, Y., Khoury-Ribas, L., Rovira-Lastra, B., Willaert, E., & Martinez-Gomis, J. (2019). Reliability and Validity of T-scan and 3D Intraoral Scanning for Measuring the Occlusal Contact Area. *Journal of Prosthodontics*, *29*(1), 19–25.
- Baba, K., Tsukiyama, Y., & Clark, G. T. (2000). Reliability, validity, and utility of various occlusal measurement methods and techniques. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *83*(1), 83–89.

- Baroudi, K., & Ibraheem, S. N. (2015). Assessment of Chair-side Computer-Aided Design and Computer-Aided Manufacturing Restorations: A Review of the Literature. *Journal of International Oral Health*, 7(4), 96–104.
- Basson, E., Kerstein, R. B., & Radke, J. (2020). Ability to correctly select high force occlusal contacts from articulating paper markings. *The Journal of Advanced Dental Technology & Techniques*, 2(1), 101-110.
- Bathiya, A., Kale, S., & 2*P. (2020). Digital occlusal analysis using T scan: Its role, mechanism, accuracy and application Medical Science. *Medical Science*, 24(105), 309–315.
- Beck, F., Lettner, S., Cepic, L. Z., & Schedle, A. (2023). Comparison of Virtual Intersection and Occlusal Contacts between Intraoral and Laboratory Scans: An In-Vivo Study. *Journal of Clinical Medicine*, 12(3), 996.
- Bilmenoglu, C., Cilingir, A., Geckili, O., Bilhan, H., & Bilgin, T. (2020). In vitro comparison of trueness of 10 intraoral scanners for implant-supported complete-arch fixed dental prostheses. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 124(6), 755–760.
- Birnbaum, N. S., & Aaronson, H. B. (2008). Dental impressions using 3D digital scanners: virtual becomes reality. *Compendium of Continuing Education in Dentistry*, 29(8), 494–505.
- Botsford, K. P., Frazier, M. C., Ghoneima, A. A. M., Utreja, A., Bhamidipalli, S. S., & Stewart, K. T. (2019). Precision of the virtual occlusal record. *The Angle Orthodontist*, 89(5), 751–757.
- Bozhkova, T. P. (2016). The T-SCAN System in Evaluating Occlusal Contacts. *Folia Medica*, 58(2), 122–130.

- Bremner, M. D. K. (1939). *The story of dentistry: from the dawn of civilization to the present*. Dental Items of Interest Pub. Co.
- Bruschy, D. B. S. (2018). *Avaliação da intercuspidação máxima de forma digital: estudo comparativo*. [Dissertação de Mestrado]. Faculdade de Medicina Dentária. Universidade de Lisboa.
- Buduru, S., Mesaros, A., Talmaceanu, D., Baru, O., Ghiurca, R., & Cosgarea, R. (2019). Occlusion in the digital era: a report on 3 cases. *Medicine and Pharmacy Reports*, 92, S78–S84.
- Celeghin, G., Franceschetti, G., Mobilio, N., Fasiol, A., Catapano, S., Corsalini, M., & Grande, F. (2021). Complete-Arch Accuracy of Four Intraoral Scanners: An In Vitro Study. *Healthcare*, 9(3), 246.
- Chen, S. Y., Liang, W. M., & Chen, F. N. (2004). Factors affecting the accuracy of elastometric impression materials. *Journal of Dentistry*, 32(8), 603–609.
- Chinam, N., Bekkali, M., Kallas, M., & Li, J. (2023). Virtual occlusal records acquired by using intraoral scanners: A review of factors that influence maxillo-mandibular relationship accuracy. *Journal of Prosthodontics*, 32(S2), 192–207.
- Chowdhary, R., & Sonnahalli, N. K. (2024). Clinical Applications of the T-Scan Quantitative Digital Occlusal Analysis Technology: A Systematic Review. *PubMed*, 27(1), 49–86.
- Coachman, C., & Calamita, M. A. (2012). Digital Smile Design: A Tool for Treatment Planning and Communication in Esthetic Dentistry. *Quintessence of Dental Technology*, 35, 1-9
- Correia, A., Fernandes, J., Cardoso, J., & Silva, C. (2005). CAD-CAM: a informática a serviço da prótese fixa. *Revista de Odontologia Da UNESP*, 35(2), 183–189.

- D'Arienzo, L. F., D'Arienzo, A., & Borracchini, A. (2018). Comparison of the suitability of intra-oral scanning with conventional impression of edentulous maxilla in vivo. A preliminary study. *Journal of Osseointegration*, *10*(4), 115–120.
- Da Silva Martins, M. J., Caramelo, F. J., Da Fonseca, J. A. R., & Nicolau, P. M. G. (2014). In vitro study on the sensibility and reproducibility of the new T-Scan®III HD system. *Revista Portuguesa de Estomatologia, Medicina Dentária E Cirurgia Maxilofacial*, *55*(1), 14–22.
- Dalley, A. F., & Agur, A. (2023). *Moore's Clinically Oriented Anatomy*. Lippincott Williams & Wilkins.
- Dawson, P. E. (2006). *Functional Occlusion: From TMJ to Smile Design*. Elsevier Health Sciences.
- De Riu, G., Meloni, S. M., Baj, A., Corda, A., Soma, D., & Tullio, A. (2014). Computer-assisted orthognathic surgery for correction of facial asymmetry: results of a randomised controlled clinical trial. *British Journal of Oral and Maxillofacial Surgery*, *52*(3), 251–257.
- Dzingutė, A., Pileičikienė, G., Baltrušaitytė, A., & Skirbutis, G. (2017). Evaluation of the relationship between the occlusion parameters and symptoms of the temporomandibular joint disorder. *Acta Medica Lituanica*, *24*(3), 167–175.
- Edher, F., Hannam, A. G., Tobias, D. L., & Wyatt, C. C. L. (2018). The accuracy of virtual interocclusal registration during intraoral scanning. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *120*(6), 904–912.
- Ender, A., Attin, T., & Mehl, A. (2016). In vivo precision of conventional and digital methods of obtaining complete-arch dental impressions. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *115*(3), 313–320.

- Ender, A., & Mehl, A. (2013). Accuracy of complete-arch dental impressions: A new method of measuring trueness and precision. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, *109*(2), 121–128.
- Faria, A. C. L., Rodrigues, R. C. S., Macedo, A. P., Mattos, M. da G. C. de, & Ribeiro, R. F. (2008). Accuracy of stone casts obtained by different impression materials. *Brazilian Oral Research*, *22*(4), 293–298.
- Flügge, T. V., Schlager, S., Nelson, K., Nahles, S., & Metzger, M. C. (2013). Precision of intraoral digital dental impressions with iTero and extraoral digitization with the iTero and a model scanner. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, *144*(3), 471–478.
- Forrester, S. E., Presswood, R. G., Toy, A. C., & Pain, M. T. (2011). Occlusal measurement method can affect SEMG activity during occlusion. *Journal of Oral Rehabilitation*, *38*(9), 655–660.
- Fraile, C., Ferreiroa, A., Romeo Rubio, M., Alonso, R., & Pradíes Ramiro, G. (2022). Clinical study comparing the accuracy of interocclusal records, digitally obtained by three different devices. *Clinical Oral Investigations*, *26*(6), 4663–4668.
- Garner, L. D., & Kotwal, N. S. (1973). Correlation Study of Incisive Biting Forces with Age, Sex, and Anterior Occlusion. *Journal of Dental Research*, *52*(4), 698–702.
- Gintaute, A., Keeling, A. J., Osnes, C. A., Zitzmann, N. U., Ferrari, M., & Joda, T. (2020). Precision of maxillo-mandibular registration with intraoral scanners in vitro. *Journal of Prosthodontic Research*, *64*(2), 114–119.
- Goldstein, G. R. (2024). Making clinical sense of 3-dimensional metrology software programs. *Journal of Prosthetic Dentistry*, *131*(5), 925–932.

- Goyal, G., Ganga, M., & Goyal, G. (2014). History of Impressions, Impression Materials and Impression Techniques in Complete Dentures. *Journal of Advanced Medical and Dental Science Research*, 2(2), 116-119.
- Grünheid, T., McCarthy, S. D., & Larson, B. E. (2014). Clinical use of a direct chairside oral scanner: An assessment of accuracy, time, and patient acceptance. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 146(5), 673–682.
- Gupta, R., & Brizuela, M. (2023). *Dental Impression Materials*. StatPearls Publishing.
- Gwet, K. L. (2014). *Handbook of inter-rater reliability: The definitive guide to measuring the extent of agreement among raters (4th ed.)*. Advanced Analytics, LLC.
- Haidar, Z. S. (2023). Digital Dentistry: Past, Present, and Future. *Digital Medicine and Healthcare Technology*, 2, 1-16.
- Hamalian, T. A., Nasr, E., & Chidiac, J. J. (2011). Impression materials in fixed prosthodontics: Influence of choice on clinical procedure. *Journal of Prosthodontics: Official Journal of the American College of Prosthodontists*, 20(2), 153–160.
- Hazeveld, A., Slater, J. J. R. H., & Ren, Y. (2014). Accuracy and reproducibility of dental replica models reconstructed by different rapid prototyping techniques. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 145(1), 108–115.
- Hernández-Ovies, E., & Flores-Preciado, J. C. (2023). Advanced Perspectives in Dentistry: Digital Workflow and 3D Printing. *EAS Journal of Dentistry and Oral Medicine*, 5(06), 198–200.
- Hoffmann-Axthelm, W. (1981). *History of dentistry*. Quintessence Pub. Co.
- Huggett, R., & Harrison, A. (1977). Antagonizers 1805 to articulators 1977. *The Dental Technician*, 30(7), 4–7.

- Hussain, A., & Khan, F. A. (2014). History of dentistry. Medical. *Archives of Medicine and Health Sciences*, 2(1), 106
- Jain, R., Jabbar, R., Bindra, S., & Swati, A. (2015). T-Scan a digital pathway to occlusal perfection: A review. *IP Annals of Prosthodontics and Restorative Dentistry*, 1(1), 32–35.
- Janeva, N. M., Kovacevska, G., Elencevski, S., Panchevska, S., Mijoska, A., & Lazarevska, B. (2018). Advantages of CAD/CAM versus Conventional Complete Dentures - A Review. *Open Access Macedonian Journal of Medical Sciences*, 6(8), 1498–1502.
- Jaschouz, S., & Mehl, A. (2014). Reproducibility of habitual intercuspation in vivo. *Journal of Dentistry*, 42(2), 210–218.
- Joda, T., & Brägger, U. (2015). Digital vs. conventional implant prosthetic workflows: a cost/time analysis. *Clinical Oral Implants Research*, 26(12), 1430–1435.
- Kamble, S., S. Jankar, A., A. Vaybase, V., Sonawane, S., Somwanshi, P., & Wagh, S. (2020). Digital Dentistry: an overview on recent advancements in intraoral scanner. *International Journal of Advanced Research*, 8(9), 1244–1250.
- Kim, J., Park, J. M., Kim, M., Heo, S.-J., Shin, I. H., & Kim, M. (2016). Comparison of experience curves between two 3-dimensional intraoral scanners. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 116(2), 221–230.
- Koc, D., Dogan, A., & Bek, B. (2010). Bite Force and Influential Factors on Bite Force Measurements: A Literature Review. *European Journal of Dentistry*, 4(2), 223–232.
- Koenig, N., Choi, J.-Y., McCray, J., Hayes, A., Schneider, P., & Kim, K. B. (2022). Comparison of dimensional accuracy between direct-printed and thermoformed aligners. *Korean Journal of Orthodontics*, 52(4), 249–257.

- Korioth, T. W. P. (1990). Number and location of occlusal contacts in intercuspatal position. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 64(2), 206–210.
- Kottner, J., Audigé, L., Brorson, S., Donner, A., Gajewski, B. J., Hróbjartsson, A., Roberts, C., Shoukri, M., & Streiner, D. L. (2011). Guidelines for Reporting Reliability and Agreement Studies (GRRAS) were proposed. *Journal of Clinical Epidemiology*, 64(1), 96–106.
- Lee, S. J., & Gallucci, G. O. (2013). Digital vs. conventional implant impressions: efficiency outcomes. *Clinical Oral Implants Research*, 24(1), 111–115.
- Lim, S. W., Hwang, H. S., Cho, I. S., Baek, S. H., & Cho, J. H. (2020). Registration accuracy between intraoral-scanned and cone-beam computed tomography-scanned crowns in various registration methods. *American Journal of Orthodontics and Dentofacial Orthopedics*, 158(1), 110–116.
- Logozzo, S., Zanetti, E. M., Franceschini, G., Kilpelä, A., & Mäkynen, A. (2014). Recent advances in dental optics – part I: 3D intraoral scanners for restorative dentistry. *Optics and Lasers in Engineering*, 54, 203–221.
- Luthardt, R. G., Loosb, R., & Quaas, S. (2005). Accuracy of Intraoral Data Acquisition in Comparison to the Conventional Impression. *International Journal of Computerized Dentistry*, 8(4), 283–294.
- Majeed-Saidan, A., Dutra, V., Levon, J. A., Chu, T. G., Morton, D., Alfaraj, A., & Lin, W. (2022). The trueness of scans using one intraoral scanner in different partially edentulous conditions. *Journal of Prosthodontics*, 32(7), 588–593.
- Mangano, F., Gandolfi, A., Luongo, G., & Logozzo, S. (2017). Intraoral scanners in dentistry: a review of the current literature. *BMC Oral Health*, 17(1), 149.
- Manziuc, M. M., Savu, M. M., Almășan, O., Leucuța, D.-C., Tăut, M., Ifrim, C., Berindean, D., Kui, A., Negucioiu, M., & Buduru, S. (2024). Insights into

- Occlusal Analysis: Articulating Paper versus Digital Devices. *Journal of Clinical Medicine*, 13(15), 4506.
- McCabe, J. F., & Walls, A. W. G. (2013). *Applied dental materials* (9th ed.). Wiley-Blackwell.
- McNeill, C. (1997). *Science and Practice of Occlusion*. Quintessence Publishing (IL).
- Millstein, P. L., Kronman, J. H., & Clark, R. E. (1971). Determination of the accuracy of wax interocclusal registrations. *Journal of Prosthetic Dentistry*, 25(3), 189–196.
- Mogliani, E. (2022). Intra-oral scanning and CAD/CAM prosthesis fabrication. *Annali Di Stomatologia*, 9(4), 146.
- Mörmann, W. H., Brandestini, M., Lutz, F., & Barbakow, F. (1989). Chairside computer-aided direct ceramic inlays. *Quintessence International*, 20(5), 329–339.
- Müller, P., Ender, A., Joda, T., & Katsoulis, J. (2016). Impact of digital intraoral scan strategies on the impression accuracy using the TRIOS Pod scanner. *Quintessence International*, 47(4), 343–349.
- Okeson, J. P. (2019). *Management of Temporomandibular Disorders and Occlusion* (8ª edição). Elsevier Health Sciences.
- Palinkas, M., Nassar, M. S. P., Cecílio, F. A., Siéssere, S., Semprini, M., Machado-de-Sousa, J. P., Hallak, J. E. C., & Regalo, S. C. H. (2010). Age and gender influence on maximal bite force and masticatory muscles thickness. *Archives of Oral Biology*, 55(10), 797–802.
- Park, J. M., Jeon, J., & Heo, S.-J. (2018). Accuracy comparison of buccal bite scans by five intra-oral scanners. *Journal of Dental Rehabilitation and Applied Science*, 34(1), 17–31.
- Patil, M., Kambale, S., Patil, A., & Mujawar, K. (2018). Digitalization in dentistry: CAD/CAM-a review. *Acta Scientific Dental Sciences*, 2(3), 10–15.

- Patzelt, S. B. M., Lamprinos, C., Stampf, S., & Att, W. (2014). The time efficiency of intraoral scanners. *The Journal of the American Dental Association*, 145(6), 542–551.
- Portero, M. D. C. F. (2021). *Sistema T-Scan como recurso digital na avaliação da oclusão*. [Dissertação de Mestrado]. Instituto Universitário de Ciências da Saúde-CESPU.
- Powers, J. M., & Sakaguchi, R. L. (2006). *Craig's restorative dental materials edited by Ronald Sakaguchi, Jack Ferracane, John Powers [electronic resource]* (12th ed.). Elsevier Mosby.
- Prasad, D. K., Prasad, B. R., Prasad, D. A., & Mehra, D. (2012). Interocclusal records in prosthodontic rehabilitations - materials and techniques - a literature review. *Journal of Health and Allied Sciences NU*, 2(3), 54–60.
- Qadeer, S., Kerstein, R. B., Ryan Gary Kim, Huh, J.-B., & Sang Joon Shin. (2012). Relationship between articulation paper mark size and percentage of force measured with computerized occlusal analysis. *The Journal of Advanced Prosthodontics*, 4(1), 7–12.
- Queiroz, M. E., Dallazen, E., Tsutsumi, M. S. C., Maluly-Proni, A. T., Rocha, E. P., Assunção, W. G., & Santos, P. H. dos. (2021). Virtual occlusal record: a literature review about the digital method. *Research, Society and Development*, 10(14).
- Rekow, E. D. (2006). Dental CAD/CAM systems. *The Journal of the American Dental Association*, 137, 5S6S.
- Revilla-Leon, M., Frazier, K., da Costa, J. B., Kumar, P., Duong, M. L., Khajotia, S., Urquhart, O., & Council on Scientific Affairs. (2021). Intraoral scanners: An American Dental Association Clinical Evaluators Panel survey. *Journal of the American Dental Association (1939)*, 152(8), 669-670.e2.

- Revilla-León, M., Kois, D. E., Zeitler, J. M., Wael Att, & Kois, J. C. (2023). An overview of the digital occlusion technologies: Intraoral scanners, jaw tracking systems, and computerized occlusal analysis devices. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 35(1), 10–18.
- Revilla-León, M., Kois, D. E., & Kois, J. C. (2022). A guide for maximizing the accuracy of intraoral digital scans. Part 1: Operator factors. *Journal of Esthetic and Restorative Dentistry*, 35(1), 230–240.
- Rihani, A. (1980). Classification of articulators. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 43(3), 344–347.
- Ryakhovsky, A. N. (2021). 3D analysis of occlusal surfaces of teeth and their contacts. Part I. Development of a method for assessing the area of the occlusal surface, the severity of its relief and the histogram of contacts. *Stomatologiya*, 100(4), 37.
- Saraçoğlu, A., & Özpınar, B. (2002). In vivo and in vitro evaluation of occlusal indicator sensitivity. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 88(5), 522–526.
- Seelbach, P., Brueckel, C., & Wöstmann, B. (2013). Accuracy of digital and conventional impression techniques and workflow. *Clinical Oral Investigations*, 17(7), 1759–1764.
- Shadid, R., & Sadaqah, N. (2022). Accuracy of Virtual Static Articulation: A Systematic Review. *The International Journal of Prosthodontics*, 35(5), 627–646.
- Sharma, S., Agarwal, S., Sharma, D., Kumar, S., & Glodha, N. (2014). Impression; Digital vs. Conventional: A Review. *Annals of Dental Specialty*, 2(1), 9–10.
- Shillingburg, H. T., Hobo, S., Whitsett, L. D., Jacobi, R., & Brackett, S. E. (2012). *Fundamentals of fixed prosthodontics* (4th ed.). Quintessence.
- Shrout, P. E., & Fleiss, J. L. (1979). Intraclass correlations: uses in assessing rater reliability. *Psychological Bulletin*, 86(2), 420–428.

- Bostancioğlu, S. E., Toğay, A., & Tamam, E. (2021). Comparison of two different digital occlusal analysis methods. *Clinical Oral Investigations*, 26(2), 2095–2109.
- Siqueira, R., Galli, M., Chen, Z., Mendonça, G., Meirelles, L., Wang, H. L., & Chan, H. L. (2021). Intraoral scanning reduces procedure time and improves patient comfort in fixed prosthodontics and implant dentistry: a systematic review. *Clinical Oral Investigations*, 25(12), 6517–6531.
- Solaberrieta, E., Etxaniz, O., Otegi, J. R., Brizuela, A., & Pradies, G. (2017). Customized procedure to display T-Scan occlusal contacts. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(1), 18–21.
- Stober, T., Johnson, G. H., & Schmitter, M. (2010). Accuracy of the newly formulated vinyl siloxanether elastomeric impression material. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 103(4), 228–239.
- Syrek, A., Reich, G., Ranftl, D., Klein, C., Cerny, B., & Brodesser, J. (2010). Clinical evaluation of all-ceramic crowns fabricated from intraoral digital impressions based on the principle of active wavefront sampling. *Journal of Dentistry*, 38(7), 553–559.
- Szymor, P., Kozakiewicz, M., & Olszewski, R. (2015). Accuracy of open-source software segmentation and paper-based printed three-dimensional models. *Journal of Cranio-Maxillofacial Surgery*, 44(2), 202–209.
- Tekscan (n.d.). *Pressure Mapping, Force Measurement, & Tactile Sensors*. Tekscan. Consultado a 28 de agosto de 2024. <https://www.tekscan.com/>
- The Glossary of Prosthodontic Terms. (2017). *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 117(5), C1-e105.

- Thejashree, N., Vanamala, N., BS, K., & Prasad. (2023). Occlusal analysis through T-Scan: Case reports. *International Journal of Applied Dental Sciences*, 9(4), 290–293.
- Ting-shu, S., & Jian, S. (2014). Intraoral Digital Impression Technique: A Review. *Journal of Prosthodontics*, 24(4), 313–321.
- Tiwari, B., Ladha, K., Lalit, A., & Dwarakananda Naik, B. (2014). Occlusal Concepts in Full Mouth Rehabilitation: An Overview. *The Journal of Indian Prosthodontic Society*, 14(4), 344–351.
- Toledo, M. F. de S. M. S., Jóias, R. P., Marques-Iasi, Y. S., Neves, A. C. C., & Rode, S. de M. (2014). Thickness and marking quality of different occlusal contact registration strips. *Journal of Applied Oral Science*, 22(6), 516–521.
- Tregerman, I., Renne, W., Kelly, A., & Wilson, D. (2019). Evaluation of removable partial denture frameworks fabricated using 3 different techniques. *The Journal of Prosthetic Dentistry*, 122(4), 390–395.
- Trpevska, V., Kovacevska, G., Benedeti, A., & Jordanov, B. (2014). T-Scan III System Diagnostic Tool for Digital Occlusal Analysis in Orthodontics – a Modern Approach. *PRILOZI*, 35(2), 155–160.
- Türp, J. C., Greene, C. S., & Strub, J. R. (2008). Dental occlusion: a critical reflection on past, present and future concepts. *Journal of Oral Rehabilitation*, 35(6), 446–453.
- Várady, T., Martin, R. R., & Cox, J. (1997). Reverse engineering of geometric models—an introduction. *Computer-Aided Design*, 29(4), 255–268.
- Wei, D., Yi, X., Lin, Y., & Di, P. (2024). An innovative evaluation method for clinical comparative analysis of occlusal contact regions obtained via intraoral scanning and conventional impression procedures: a clinical trial. *Clinical Oral Investigations*, 28(10), 543.

Yuzbasioglu, E., Kurt, H., Turunc, R., & Bilir, H. (2014). Comparison of digital and conventional impression techniques: Evaluation of patients' perception, treatment comfort, effectiveness and clinical outcomes. *BMC Oral Health*, 14(1), 10.

Zhao, Z., Wang, Q., Li, J., Zhou, M., Tang, K., Chen, J., & Wang, F. (2023). Construction of a novel digital method for quantitative analysis of occlusal contact and force. *BMC Oral Health*, 23(1).

VI. ANEXOS

Anexo I- Parecer da Comissão de Ética da Egas Moniz School of Health & Science



Comissão de Ética EGAS MONIZ

Proc. Interno nº 1355

PT-388/23

Ex.ma Senhora

Marta Sofia Russo Martins da Silva

Monte de Caparica, 25 de janeiro de 2024.

Ex.ma Senhora,

Em resposta ao Pedido de Parecer que submeteu à apreciação da Comissão de Ética da Egas Moniz, com o tema denominado: **“Avaliação da precisão e confiabilidade de scanners digitais na deteção e determinação dos pontos de contacto em intercuspidação máxima”**, foi aprovado.

A Presidente da Comissão de Ética da Egas Moniz

Profª Doutora Cidália de Castro

Anexo II- Consentimento Informado



EGAS MONIZ SCHOOL
of HEALTH & SCIENCE

Consentimento Informado

Código | IMP-EM-PE-17_03

Monte de Caparica, 15 de dezembro de 2023

Exmo.(a) Sr.(a),

No âmbito do Mestrado Integrado em Medicina Dentária na Unidade Curricular Orientação tutorial de projeto final do Instituto Universitário Egas Moniz School of Health & Science do curso de Mestrado Integrado de Medicina Dentária, sob a orientação do Professor Doutor Pedro Mariano Pereira, solicita-se autorização para a participação no seguinte projeto de investigação **“Avaliação da precisão e confiabilidade de scanners digitais na deteção e determinação dos pontos de contacto em intercuspidação máxima”** de uma amostra de dez alunos voluntários da Egas Moniz School of Health & Science, que apresentem dentição completa e oclusão normal, independentemente de terem realizado ou não tratamento ortodôntico. Com o objetivo de analisar a precisão e a confiabilidade de diferentes scanners digitais intraorais na deteção e determinação da força dos contactos oclusais em intercuspidação máxima. A participação consiste na digitalização de ambas as arcadas e no registo da relação intermaxilar em intercuspidação máxima recorrendo a cada um dos scanners intra-orais testados.

A participação neste estudo é voluntária. A sua não participação não lhe trará qualquer prejuízo ou risco.

Este estudo pode trazer benefícios tais como determinar a precisão e confiabilidade dos scanners digitais em Medicina Dentária, no diagnóstico, planeamento e tratamento, proporcionando uma maior aceitação, conforto e comodidade para o paciente. Reduzindo assim, o risco de infeção cruzada, o tempo de consulta e ainda facilitando a comunicação entre pacientes e profissionais, contribuindo para o progresso do conhecimento.

A informação recolhida destina-se unicamente a tratamento estatístico e/ou publicação e será tratada pelo orientador Prof. Doutor Pedro Mariano Pereira e os seus mandatados. A sua recolha é anónima e confidencial.

(Riscar o que não interessa)



Consentimento Informado

Código | IMP-EM-PE-17_03

ACEITO/NÃO ACEITO participar neste estudo, confirmando que fui esclarecido sobre as condições do mesmo e que não tenho dúvidas.

(Assinatura do participante ou, no caso de menores, do pai/mãe ou tutor legal)